

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

**Contribución al estudio y control del "nemátodo de los
cítricos" T. Semipenetrans Cobb, 1913**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Elina Valcarce de Angulo

Madrid, 2015



530670238X

CONTRIBUCION AL ESTUDIO Y CONTROL DEL
"NEMATODO DE LOS CITRICOS" T. semipenetrans Cobb, 1913

Tesis que presenta
Elina Valcarce de Angulo
para aspirar al grado de doctor en Ciencias
1978

Ponente: Prof. Dr. Salvador V. Peris

Director: Prof. Dr. Eugenio Laborda Rodríguez



R 23. 311

FACULTAD DE CIENCIAS. SECCION DE BIOLOGIA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

MADRID

A mis padres

Agradezco a

Prof. Dr. D. Salvador V. Peris, Catedrático de Zoología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid, y Director del Instituto Español de Entomología del C.S.I.C., el haber aceptado ser Ponente de esta tesis.

Prof. Dr. D. Eugenio Laborda Rodríguez, Profesor de Investigación y Jefe de la Sección de Fitopatología y Protección Vegetal del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., por su dirección.

Dr. D. Antonio Bello Pérez, Investigador Científico, por su colaboración y asesoramiento nematológico.

Dra. D^a. María Arias Delgado, Investigador Científico, por sus valiosas indicaciones y consejos.

Dr. D. Eduardo de la Peña de Torres, por su constante asesoramiento y apoyo.

Srta. D^a. Visitación Alvira, Sra. D^a. María Paz Galvez, Srta. D^a. Antonia Martínez, Sra. D^a. Dolores Lapaz, Ayudantes Diplomados de Investigación; Sr. D. José Gómez, Sr. D. José M^a Fenollera, Sr. D. José de la Peña, Ingenieros Técnicos Agrícolas; por su ayuda técnica, así como a los demás componentes de la Sección de Fitopatología del Instituto de Edafología y Biología Vegetal del C.S.I.C., en cuyos laboratorios se ha realizado el presente trabajo con una Beca pre-doctoral del C.S.I.C.

INDICE GENERAL

	<u>Págs.</u>
Resumen	1
Prefacio	3
Introducción	7
I. <u>ANTECEDENTES</u>	12
I.1. NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LOS CI- TRICOS	14
I.2. EL "NEMATODO DE LOS CITRICOS" <u>Tylenchulus</u> <u>semipenetrans</u> Cobb, 1913	24
I.2.1. Distribución geográfica mundial	25
I.2.2. Distribución geográfica en España ..	29
I.2.3. Características morfológicas y bio- lógicas	37
I.2.4. Características ecológicas y bioce- nóticas	42
I.2.4.1. Especificidad	46
I.2.5. Viveros de agrios en España	47
I.3. METODOS DE CONTROL DE NEMATODOS EN GENERAL.	52
I.3.1. Acción de otros Insecticidas sobre los nematodos	62

	<u>Págs.</u>
I.3.2. Acción de los Herbicidas sobre los nematodos	66
I.3.3. Modo de acción de los Nematicidas ..	70
I.4. METODOS EMPLEADOS EN EL CONTROL DE	
<u>T. semipenetrans</u>	78
I.4.1. Métodos físicos	79
I.4.2. Métodos agronómicos	80
I.4.3. Métodos biológicos	81
I.4.4. Métodos químicos	83
I.4.4.1. Acción de los Insecticidas sobre <u>T. semipenetrans</u>	95
I.4.4.2. Acción de los Herbicidas sobre <u>T. semipenetrans</u>	99
I.4.4.3. Nematicidas empleados en el cultivo de los cítricos.	101
II. <u>MATERIAL Y METODOS</u>	106
II.1. MUESTREO Y TECNICAS DE EXTRACCION Y ESTU DIO DE LOS NEMATODOS	108
II.2. METODO DE TINCION DE NEMATODOS EN RAICES DE PLANTAS	114

	<u>Págs.</u>
II.3. ESTUDIO DE LA NEMATOFAUNA EN SUELO Y PLANTONES DE VIVEROS DE AGRIOS	115
II.4. METODOS DE ESTUDIO DE LA ACCION DE LOS HERBICIDAS E INSECITICIDAS SOBRE LOS NEMATODOS	119
II.5. OTRAS TECNICAS EMPLEADAS	125
II.6. CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS E INSECTICIDAS EMPLEADOS	126
III. <u>RESULTADOS</u>	142
III.1. REVISION DE LA DISTRIBUCION DE <u>T. semi-</u> <u>penetrans</u> EN ESPAÑA	143
III.2. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ESPECIFICI- DAD DE <u>T. semipenetrans</u>	171
III.3. ESTUDIO DE LA NEMATOFAUNA EN VIVEROS DE AGRIOS	180
III.4. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ACCION NEMA TICIDA DE HERBICIDAS	193

	<u>Págs.</u>
III.4.1. Acción de los Herbicidas sobre <u>T. semipenetrans</u>	195
III.4.2. Acción de los Herbicidas sobre <u>T. semipenetrans</u> en suelo	206
III.4.3. Acción de los Herbicidas sobre otros nematodos	220
III.5. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ACCION NEMATICI- DA DE INSECTICIDAS	233
III.5.1. Acción de los insecticidas sobre <u>T. semipenetrans</u>	234
III.5.2. Acción de los insecticidas sobre <u>T. semipenetrans</u> en suelo	241
IV. <u>DISCUSION</u>	246
<u>CONCLUSIONES</u>	282
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	292

RESUMEN

RESUMEN

=====

Se trató en este trabajo de profundizar en el conocimiento del "nematodo de los cítricos" Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913 en nuestro país y conocer la acción que pueden tener los productos Herbicidas e Insecticidas en el control de sus poblaciones. Para ello, se hizo una revisión previa de la problemática mundial y para España que el cultivo tiene planteada con respecto al citado nematodo y su control, así como un análisis bibliográfico sobre la acción de productos no nematocidas sobre tales organismos. Se hace una revisión de la distribución geográfica del nematodo en España, así como estudios sobre su especificidad y dispersión a través de plantones de Viveros de agrios. Por último se estudió en laboratorio la acción de los Herbicidas e Insecticidas sobre el Tylenchulus semipenetrans y otros nematodos.

Se deduce de todo esto que el nematodo se distribuye por todas las regiones españolas donde crecen cítricos. Hemos detectado su presencia en 22 nuevas localidades. Se demuestra experimentalmente que poblaciones de Tylenchulus semipenetrans de nuestro país pueden parasitar el cultivo del olivo, confirmándose este hecho también en el cultivo de la vid. Se encuentra que los Viveros de agrios oficialmente autorizados en España poseen una nematofauna característica del cultivo, sin soportar altas poblaciones del "nematodo de los cítricos". Se observa que los Herbicidas MSMA, Dalapon, Diuron, Linuron y MCPA ejercen una acción de control sobre el Tylenchulus semipenetrans, y por último que los Insecticidas Organofosforados y Carbamatos, actúan sobre el nematodo inmovilizándolo y contribuyendo con ello a un control indirecto.

Se señala que deben tomarse medidas precautorias que impidan la dispersión del "nematodo de los cítricos" a huertos todavía indemnes. Al comprobar experimentalmente el parasitismo del Tylenchulus semipenetrans en olivo y vid, consideramos que la vigilancia en los mismos debe de ser muy drástica, con el fin de evitar un asentamiento en estos cultivos que tanta trascendencia tienen en la economía de la agricultura española.

Se indica por último la importancia de estudios sobre el Control indirecto que puede realizarse sobre poblaciones de nematodos fitoparásitos con productos fitosanitarios no específicos, resaltando la trascendencia que esta línea puede tener en el campo de la Protección Vegetal, y las grandes repercusiones en la economía de los cultivos.

PREFACIO

PREFACIO

Los problemas nematológicos que tienen planteados los huertos de cítricos españoles, obedecen fundamentalmente a la presencia en sus suelos de altas poblaciones del conocido vulgarmente como "nematodo de los cítricos", Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913, parásito obligado de sus raíces y que es causa de un bajo rendimiento en la producción de los agrios en todo el mundo.

Este problema ha sido reflejado en los trabajos de varios autores españoles, y en nuestra Sección los estudios realizados sobre el tema y la realización de dos tesis doctorales han constituido una línea de investigación que decidimos continuar dado el interés que el cultivo tiene en la economía agraria del país.

Con nuestro trabajo tratamos de resolver algunas cuestiones existentes acerca de la distribución geográfica, especificidad y dispersión del citado nematodo en España, e investigar la acción que pueden tener en el control de sus poblaciones los productos Herbicidas e Insecticidas de aplicación usual al cultivo de los cítricos.

El Control Químico de las poblaciones de nematodos fitopará

sitos se ha venido realizando desde antiguo por el uso de productos nematicidas, clásicos fumigantes del suelo, pero debido a que estas sustancias son de difícil empleo, alto coste y producir efectos fitotóxicos, en los últimos años se han empezado a investigar y utilizar otros productos libres de tales obstáculos.

Al revisar la bibliografía de tales productos, como punto de partida para la planificación de nuestro trabajo, observamos que muchos de ellos se utilizan asimismo como insecticidas. Por ello, dada la creciente aplicación al suelo del cultivo de los cítricos de Herbicidas para combatir las malas hierbas y de Insecticidas para combatir las plagas de insectos nos planteamos como podrían actuar algunos de estos productos sobre las poblaciones del Tylenchulus semipenetrans.

El establecimiento de un Control indirecto de nematodos fitoparásitos por medio de productos no específicos tendría unas consecuencias muy estimables reduciendo el coste de los tratamientos fitosanitarios, así como los inconvenientes de empleo de los mismos.

Consideramos que el enfoque de nuestro trabajo puede llegar a disminuir el empleo de los nematicidas de gran coste y por tan-

to repercutir económicamente en la rentabilidad de los cultivos de cítricos.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

En este apartado exponemos el plan de trabajo seguido en la redacción de la tesis, que comenzamos con el resumen del estudio realizado, lo que nos facilita una visión global y una fácil comprensión del mismo.

Iniciamos el capítulo de Antecedentes con un estudio acerca de la problemática que los nematodos plantean en el cultivo de los agrios así como de los trabajos existentes sobre el "nematodo de los cítricos" Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913, lo que nos permitió obtener un amplio conocimiento del problema tanto a nivel mundial como para España, y conocer las cuestiones que sobre el citado nematodo hay planteadas. Pasamos luego a realizar un análisis de los Métodos que se emplean en el control de las poblaciones de los nematodos fitoparásitos en general y del Tylenchulus semipenetrans en particular, haciendo revisiones bibliográficas de los productos Insecticidas y Herbicidas cuya acción nematocida se ha estudiado, así como de los Nematicidas, lo que nos dió a conocer las líneas de investigación que en la actualidad se llevan a cabo y los investigadores que trabajan sobre el tema.

En el Material y Métodos se describen las técnicas utilizadas para el muestreo, extracción y estudio de los nematodos y la forma como se han teñido para su visualización en tejidos vegetales; indicamos los métodos empleados en laboratorio en el estudio de la acción de Herbicidas, Insecticidas y Nematicidas sobre los nematodos en suspensión y en suelo así como las principales características de los productos elegidos.

A través de una serie de muestras recogidas en localidades estudiadas por otros autores, donde no se había detectado la presencia del nematodo, y en otras que analizamos por primera vez, hacemos una revisión de la distribución geográfica del "nematodo de los cítricos" en España. Realizamos un estudio de la especificidad del Tylenchulus semipenetrans mediante infestaciones experimentales de plantas no cítricos, y un análisis nematológico de plantones de cítricos procedentes de Viveros de Agrios con objeto de estudiar el medio fundamental de dispersión del nematodo.

El estudio de la acción nematicida de los Herbicidas e Insecticidas se dirigió hacia las larvas del Tylenchulus semipenetrans, ampliando este estudio en algunos casos sobre otros Nematodos presentes en las experiencias; utilizamos Herbicidas e In-

secticidas elegidos entre los productos más utilizados en el cultivo de los cítricos, con representantes de grupos activos y formas de actuación diferentes, y un nematicida. Se aplican distintas dosis de estos productos, procurando que sean semejantes a los de su empleo en campo, sobre los nematodos en suspensión aislados en pocillos y, cuando se observa una acción positiva, sobre macetas con suelo recogido directamente de un huerto de naranjos que contenía los nematodos característicos del cultivo así como una alta población de larvas del Tylenchulus semipenetrans. Los resultados de los tratamientos los expresamos en porcentajes de mortalidad y cuando esto no fué posible describimos la respuesta del nematodo hacia el tratamiento correspondiente.

Realizamos la discusión de nuestros resultados con los obtenidos por otros autores estableciendo los siguientes apartados:

Revisión de la distribución del Tylenchulus semipenetrans
en España;

Estudio experimental de la especificidad del Tylenchulus semipenetrans;

Estudio de la nematofauna en viveros de agrios;

Estudio de la acción nematicida de Herbicidas y

Estudio de la acción nematicida de Insecticidas.

Las conclusiones obtenidas se expresan agrupadas en los apartados anteriores, y finalmente incluimos en la bibliografía los principales trabajos consultados, cuyos autores figuran en el texto con doble subrayado.

Todo ello nos ha permitido contribuir a un mayor conocimiento del "nematodo de los cítricos" Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913, en nuestro país y plantear las posibilidades de utilización de Métodos de control químico no específicos del mismo en el control de sus poblaciones.

I. ANTECEDENTES

Los Antecedentes comprenden cuatro apartados. En el primero se analiza brevemente la problemática que los Nematodos plantean en el cultivo de los cítricos, haciendo una revisión de la misma para nuestro país, en la que se indican los principales autores y trabajos realizados.

A continuación presentamos un estudio completo de la distribución geográfica y las características del Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913, llamado vulgarmente el "nematodo de los cítricos" y que se halla ampliamente distribuido en nuestros huertos citrícolas.

En un tercer apartado hacemos un breve análisis de los distintos Métodos que pueden ser empleados en el Control de las poblaciones de los nematodos fitoparásitos. Dentro de los Métodos químicos se hace una revisión bibliográfica de la acción de los Insecticidas y Herbicidas sobre los nematodos y un análisis de las teorías acerca del modo de acción de los nematicidas sobre los nematodos. Por último, en el cuarto apartado se estudian los Métodos de Control que se han empleado contra las poblaciones del T. semipenetrans y se hace una revisión mundial de los nematicidas utilizados en el cultivo de los cítricos.

I.1. NEMATODOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LOS CITRICOS

Los problemas que los nematodos fitoparásitos plantean en los cultivos no fueron tenidos en cuenta durante mucho tiempo debido a que estos organismos, de tamaño casi microscópico y por vivir en el suelo, escapan a una fácil percepción y además, los síntomas que presentan los árboles por ellos parasitados pueden confundirse con los causados por otras plagas, de hongos o insectos, carencias de elementos minerales o problemas derivados de una mala nutrición.

En la actualidad y después de haberse realizado muchos estudios, se reconoce que los nematodos parásitos ocasionan innumerables pérdidas en los cultivos, y son causa, en el de los agrios de disminución en el rendimiento y en la producción, así como de un menor crecimiento y vigor de los árboles.

La primera vez que se reconoció un nematodo asociado con las raíces de cítricos fué en 1889, cuando Heterodera radicícola fué encontrada en raíces de cítricos en Florida, U.S.A., Neal (1889); Tylenchulus semipenetrans Cobb fué descubierto en 1912 en California y Florida y la importancia de este nematodo no fué detectada inmediatamente, siendo Thomas (1923) quién demostró su parasitismo. Desde entonces se están realizando muchos estudios para determinar el número de especies asociadas al cultivo, su

biología, su incidencia sobre el cultivo, y las medidas de control que disminuyan las poblaciones de las especies parásitas del mismo.

Según la revisión hecha por DuCharme (1969), el número de especies de nematodos citadas en cítricos ha ido aumentando constantemente desde 1889; hasta 1900 solo se conocía al T. semipetrans llamado el "nematodo de los cítricos". Entre 1900 y 1948 se encontraron 8 especies más, y finalizando la década en 1959 se citaron otras 28 especies, encontrándose 152 especies más desde 1960. En 1969 este autor señalaba 189 especies dentro de 39 géneros de nematodos asociados con las raíces de cítricos en muchas áreas del mundo.

Para DuCharme (1969) la gran diversidad de nematodos asociados a los cítricos se debe en gran parte a las características inherentes a su agricultura; por incluir el Gro. Citrus diversidad de especies, variedades e híbridos, creciendo como plantones o árboles injertados, las raíces de todos ellos serán diferentes, ofreciendo oportunidades varias a distintas especies de nematodos. Por otra parte, el cultivo es perenne, siempre verde, y cosmopolita, creciendo en muchos tipos de suelo (desde suelos arenosos muy ligeros a suelos arcillosos y con mucha materia orgánica) bajo diversas condiciones climáticas (se pueden cultivar los cítricos a

nivel del mar, en valles aislados y en alturas de hasta 2000 metros).

El interés que existe en el estudio de los nematodos asociados a los cítricos es evidente solamente con observar el aumento en cada año del número de publicaciones de trabajos realizados; si entre 1900 y 1940 el nivel de publicaciones cada década era de 2 a 8 trabajos, reflejando en parte la apatía y el desconocimiento de los problemas de los nematodos en el cultivo de los cítricos, desde 1950, en cada década el nivel de publicaciones ha aumentado a más de 150; sin embargo la mayoría de los trabajos conciernen solamente a Tylenchulus semipenetrans y Radopholus similis, y de las restantes especies se han realizado muy pocos estudios.

Otros autores han revisado la problemática planteada por los nematodos asociados a los cultivos de cítricos, además de DuCharme (1969), D'Urso (1970) lo hace desde un punto de vista
=====
fitopatológico y Laborda y Bello (1973) hacen una revisión de
===== =====
las especies asociadas al cultivo en la región mediterránea. Según estos autores el número de especies de nematodos asociados a los cultivos de cítricos en el mundo es de 422 especies, repartidas entre 128 géneros, de las cuales sólo se ha demostrado que parasiten al cultivo las siguientes:

1. Belonolaimus gracilis, por Standifer et al. (1960)
=====
2. Hemicycliophora arenaria, por Van Gundy y Rackmam (1961)
=====
3. Meloidogyne spp., por Chitwood y Toung (1960)
=====
4. Pratylenchus brachyurus, por Brooks y Perry (1967)
=====
5. P. coffeae, por Feldmesser y Hannon (1969)
=====
6. Radopholus similis, por Suit y DuCharme (1953)
=====
7. Trichodorus christiei, por Standifer et al. (1960)
=====
8. Tylenchulus semipenetrans, por Cobb (1913)
=====
9. Xiphinema brevicolle, por Cohn y Orion (1970)
=====
10. X. index, por Cohn y Orion (1970)
=====

De estas 10 especies, cuyo parasitismo hacia los cítricos se ha demostrado, solamente de 2 se han estudiado los daños que su patogeneidad causa al cultivo, disminuyendo su rendimiento y producción, estas dos especies son Radopholus similis y Tylenchulus semipenetrans.

De R. similis se han encontrado varios patotipos o razas fisiológicas, pero de ellas sólo en Florida, EE.UU., se localiza

la que ataca a los cítricos, donde según DuCharme (1969) puede
=====
reducir de un 50 a un 80% la producción de pomelos y de un 40 a
un 70% la de naranjos, conociéndose la enfermedad como el
"spreading decline" de los agrios.

T. semipenetrans, por el contrario, se encuentra ampliamente
distribuido en todas las regiones citrícolas del mundo, reconociéndosele como el nematodo patógeno más importante de los cítricos, con estimaciones comprendidas entre el 53% de huertos infestados en Florida, Tarjan (1967) y más del 90% en España,
=====
Scaramuzzi y Perrotta (1969); Cohn (1972) indica que, según los
===== ===== =====
trabajos publicados, puede considerarse que el 70-80% de todos
los cítricos del mundo soportan, en mayor o menor grado, infestaciones de T. semipenetrans.

Desde el punto de vista económico, Cohn (1972) estima en un
=====
8,7-12,2% la reducción mundial del rendimiento de los cítricos debido al parasitismo de este nematodo, pudiendo aumentar este rendimiento una media mundial del 20-30% en base a los resultados obtenidos en varios países con el Control químico de las poblaciones del parásito.

De las 8 especies restantes, X. index y X. brevicolle solo han sido citadas en los cultivos de cítricos de la Región mediterránea.

B. gracilis y H. arenaria, sólo se han encontrado en los Estados Unidos.

T. christiei no ha sido citado en los países del viejo mundo; por el contrario, Meloidogyne sp., P. brachyurus y P. coffeae se consideran cosmopolitas.

En España, la primera cita de la que se tiene conocimiento, según Bello et al (1973), sobre la presencia de nematodos en nuestros cultivos de agrios, es de Cobb (1913), que encuentra Archionchus perplexans en raíces de agrios en Valencia.

Nuevamente Cobb (1914) indica la presencia de Tylenchulus semipenetrans en la misma localidad y biotipo de la cita anterior.

Desde estas primeras citas hasta la actualidad, han sido realizados estudios por investigadores españoles de los distintos grupos de Nematología del país, conocedores de la influencia que los nematodos, especialmente los fitoparásitos, ejercen en el rendimiento de los cultivos y siendo el de los agrios uno de los más importantes dentro de nuestra economía agraria.

Debemos destacar los trabajos de Arias et al. (1963, 1964, 1968, 1972); Jiménez-Millán et al. (1965, 1967); Ortuño-Martínez

et al. (1966, 1969); Gómez-Barcina et al. (1967); Tobar-Jiménez
et al. (1967) y Bello et al. (1970, 1972). Los resultados de es
tos estudios, que abarcaban las distintas zonas citrícolas espa
ñolas, fueron recogidos en una revisión de Bello et al. (1973),
observando que el 86% de los mismos eran de tipo faunístico y
biogeográfico, y el resto de los estudios sobre medios de con
trol, especialmente de T. semipenetrans, nematodo del cual to
dos los autores convienen en destacar su constante presencia y
altas frecuencias, constituyendo el principal problema nematoló
gico de los huertos citrícolas españoles.

En esta revisión se da la relación de las distintas espe
cies de nematodos encontrados en más de 40 localidades, observan
do unas 58 formas de nematodos diferentes, que damos a continua
ción, y de las que 18 se determinan a nivel de especie, 35 a ni
vel de género y el resto a niveles superiores: Acrobeles elabo
ratus, Acrobeles sp., Acrobeloides sp., Alaimus sp., Aphelenchoi
des sp., Aphelenchus avenae, Aphelenchus sp., Araeolaimidea inde
ter., Boleodorus sp., Cefalóbidos indeter., Cephalobus sp., Cer
videllus, sp., Criconema multiquamatum, C.cf.multisquamatum, Cri
conema sp., Criconemoides crotaloides, C. xenoplax, C. Cricone
moides sp., Chiloplacus sp., Diphtherophora perplexans, Diphthe
riphora sp., ¿Discolaimus texanus?, Discolaimus sp., Ditylenchus
sp., Dorylaimus sp., Helicotylenchus digonicus, H. dihystrera,

H. erythrinae, Helicotylenchus sp., Hemicriconemoides sp., Hemicyclophora sp., ¿Heterodera sp.,?, Longidorella sp., Longidorus sp., Meloidogyne sp., Monhystera sp., Mononchus sp., Mylonchulus sp., Nothotylenchus sp., Paratylenchus sp., Plectus sp., Pratylenchus sp., Psilenchus sp., Rhabditis sp., Rotylenchus borealis, Rotylenchus sp., Tilénquidos indeter., Trichodorus sp., Tylenchorhynchus cf. maximus, Tylenchorhynchus sp., Tylenchulus semi-penetrans, Tylenchus, sp., Tylopharynx foetidus, Xiphinema americanum, X. index, X. cf. americanum, Xiphinema sp., y Xiphinema lla sp.

En cuanto a la frecuencia con que aparecen los diferentes nematodos, se hace un análisis de la distribución de los nematodos encontrados en los huertos de agrios, por provincias, indicando la gran dificultad para establecer esa frecuencia, ya que la mayor parte de los métodos de extracción empleados ejercen una acción selectiva, como señaló De Grisse (1969); por otro lado el estudio de estos nematodos y su frecuencia de aparición están sujetos al criterio de los autores anteriores, siendo variable según que ellos consideren una especie con mayor o menor interés agronómico.

Posteriormente a estos trabajos, la línea de Nematología de nuestra Sección, de la que es especialista el Dr. A. Bello,

prosiguió los estudios sobre los nematodos asociados a los cítricos, colaborando muchas veces con los otros grupos de Nematología del país y de la Universidad; entre estas colaboraciones citamos los estudios del Dr. A. Bello y la Dra. M^a. Arias -que dirige actualmente la Sección de Nematología del Inst. de Entomología, creado por iniciativa del Pr. S.V. Peris- que en 1974 hacen una revisión de los nematodos transmisores de virus asociados a los cítricos, encontrando que existen en nuestro país los siguientes: Longidorus sp., Trichodorus sp., Xiphinena brevicolle, X. index, X. italiae, X. pachtaicun y X. turcicum. Por otra parte Bello, Laborda y Alvira (1974) resaltan la importancia de la ausencia en nuestros cultivos de cítricos de: Radopholus similis, Belonolaimus gracilis, Trichodorus christiei, Pratylenchus brachyurus y Hemicycliophora arenaria, todos parásitos del cultivo, siendo el primero de ellos altamente patógeno.

En 1974, bajo la dirección del Prof. Rafael Alvarado y con la colaboración del Dr. A. Bello, Alvira estudia en su Tesis Doctoral la nematofauna asociada a los cítricos de la Región de la Plana, estableciendo los porcentajes de frecuencia de los distintos nematodos encontrados, algunos de los cuales se citan por primera vez en España, y llegando a la conclusión como autores anteriores de que el Tylenchulus semipenetrans es el principal protagonista de los problemas nematológicos planteados en los

huertos de cítricos españoles. Los géneros y especies de nematodos encontrados por primera vez son los siguientes: Aglenchus agricola; A. bryophilus; A. costatus; Basiria aberrans; B. duplex; B. incita; B. gracilis; B. graminonophila; B. parvamphidia; Boleodorus thylactus; Criconemoides sphaerocephalum; Ecphiadophoroides tenuis; Helicotylenchus crenacauda; H. vulgaris; Hemicriconemoides cocophilus; Hemicycliophora conida; Merlinius brevidens; Miculenchus sp; Neopsilenchus magnidens; N. minor; Nothotylenchus affinis; N. cylindricus; N. geraerti; N. medians; Paratrophurus loofi; Paratylenchus microdorus; Pratylenchus minyus; P. thornei; Pseudhalenchus anchilisposomus; Psilenchus cf. iranicus; Quinisulcius acti; Rotylenchus goodey; Seinura sp.; Trophurus sculptus; Tylenchorhynchus goffarti; Tylenchus davanei; T. ditissimus; T. discrepans; T. filiformis; T. helenae; T. parvisimus; T. plattensis; T. thornei; T. vicinus; Xiphinema brevicolle; X. mediterraneum y Zygotylenchus guevarai, con lo cual la nematofauna que presentan los cultivos de cítricos españoles se eleva a 104 especies repartidas entre 51 géneros distintos.

Por último, Ferrández (1975) bajo la dirección del Prof. E.
=====
Laborda estudia en su Tesis Doctoral la interrelación entre las malas hierbas y los nematodos en los cultivos de cítricos.

I. 2. EL "NEMATODO DE LOS CITRICOS"

Tylenchulus semipenetrans

Cobb, 1913

I.2.1. Distribución geográfica mundial de T. semipenetrans

La distribución geográfica de T. semipenetrans casi coincide con la citricultura del mundo. Alvira (1974) en su tesis ===== doctoral sobre los nematodos asociados al cultivo de los cítricos en España, hace una revisión a nivel mundial de las especies de nematodos, tanto parásitas como no parásitas, asociadas a este cultivo. En relación con el T. semipenetrans los países donde esta especie ha sido encontrado y los autores de las citas son los siguientes:

1. Antillas Francesas, Scotto la Massese (1972)
=====
2. Argelia, Scotto la Massese (1965)
=====
3. Argentina, Gutiérrez (1945)
=====
4. Australia, Meagher (1969)
=====
5. Brasil, Carvalho (1942)
=====
6. Ceilán, in Thorne (1961)
=====
7. Córcega, Macaron (1972)
=====
8. Congo, De Grisse (1971)
=====
9. Cuba, Stoyanov (1970)
=====
10. Chile, Gonzáles (1970)
=====
11. China, Li (1935)
==
12. Chipre, Scaramuzi et al. (1972)
=====

13. Egipto, Tarjan (1964)
=====
14. España, in Bello et al. (1973)
=====
15. Estados Unidos, Cobb (1913)
=====
16. Francia, Scotto la Massese (1971)
=====
17. Formosa, Hung (1969)
=====
18. Grecia, Hirschmann (1966)
=====
19. India, Swarup (1969)
=====
20. Irak, Katcho et al. (1969)
=====
21. Irán, Abivardi et al. (1970)
=====
22. Israel, Minz (1957)
=====
23. Italia, Scaramuzi et al. (1969)
=====
24. Honduras Británicas, Anon (1970)
=====
25. Japón, Ichinoe (1968)
=====
26. Kenia, Anon (1972)
=====
27. Libano, Taylor et al. (1972)
=====
28. Libia, Scaramuzi et al. (1969)
=====
29. Malta, Scaramuzi et al. (1969)
=====
30. Marruecos, Vilardebo (1963)
=====
31. Méjico, Vázquez (1971)
=====
32. Islas Canarias, de Guiran (1962)
=====
33. Perú, Krusberg et al. (1958)
=====
34. Portugal, Macara (1963)
=====
35. Sudán, Yassin et al. (1970)
=====

36. Túnez, Ritter (1959)
=====
37. Turquía, Scaramuzi et al. (1969)
=====
38. URRS, Svehnskova (1940)
=====
39. Uruguay, Bertelli et al. (1944)
=====
40. Venezuela, Loof (1964)
=====
- A estos hay que añadir:
41. Malawi, Siddiqui (1973)
=====
42. Tanzania, Taylor et al. (1973)
=====
43. Pakistán, Saeed et al. (1973)
=====
44. Jamaica, Naylor (1974)
=====
45. Trinidad, Edmunds et Farrell (1966)
=====

Así vemos que prácticamente este nematodo se haya distribuido por todo el mundo, asociado al cultivo de cítricos.

En esta revisión se recogen también los resultados de los principales trabajos sobre la frecuencia de aparición de los nematodos asociados al cultivo de cítricos en las diferentes regiones del mundo; por lo que respecta al T. semipenetrans se han encontrado las siguientes: Du Charme (1954) en Florida la estima en 20,8%; Ritter (1959) en Túnez da una presencia de 9 entre las muestras de cítricos estudiadas y Tarjan (1964) y Oteifa et al.

(1962) en Egipto lo observan en 13 ocasiones. Brzeski (1965) en
=====
Florida da un porcentaje del 24%; en Argelia Scotto la Massese
=====
(1965) da una presencia de 96 y, en Grecia Hirschmann et al.
=====
(1966) de 14.

En Costa Rica Tarjan (1967) lo encuentra 5 veces y Hung
=====
(1969) en Formosa estima una presencia del 71,5%; en Australia
Meagher (1969) observa este nematodo en un 97,5% de las muestras
=====
estudiadas y en Irán, Abivardi et al. (1970) lo encuentran en ca
=====
si todas las muestras. Un porcentaje del 100% de la presencia de
este nematodo lo encuentran Ushiyama et al. (1970) en Japón, y
=====
en la India este mismo porcentaje se eleva al 95% Mukhopadyaya
=====
et al. (1971).

En Córcega, Macaron (1972) observa la presencia de T. semi-
=====
penetrans en un 64,5% y por último, Taylor et al. (1972) en El Lí
=====
bano estiman que el porcentaje de la presencia del nematodo alcan
za un 96,9%.

I.2.2. Distribución geográfica de T. semipenetrans en España

La distribución geográfica del T. semipenetrans en los huertos de cítricos de nuestro país ha sido muy estudiada por parte de los nematólogos españoles, conocedores del interés de este nematodo dentro de la problemática que plantea el cultivo de cítricos. En 1914 Cobb lo encontró por primera vez en la provincia de Valencia y desde entonces los trabajos realizados en ésta y otras zonas del país han servido para que se pueda afirmar que este nematodo está distribuido por todas nuestras regiones citrícolas, llegando Ortuño-Martínez et al. (1969) a detectar su presencia en un 92,8% de los suelos estudiados de la Huerta de Murcia. Arias et al. (1968) afirmaron que el T. semipenetrans estaba presente en el 90% de las muestras de cítricos del Levante y Sur de la Península y Bello et al. (1970) en un estudio realizado en Castellón de la Plana, indican que T. semipenetrans aparece en un 97% de las muestras estudiadas.

Alvira (1974) en su tesis doctoral estudia la distribución del nematodo en la provincia de Castellón, en cultivos de naranjos, todos ellos con pié Citrus aurantium, citándolo por primera vez, en España, sobre las siguientes variedades: Clementino, Clementino de Nules, Mandarin Wilking, Navelate, Navelina, Navel

Thomson, Salustiana y Sanguina Oval doble fina; y hace notar que las variedades Clementino, Salustiana y Navel Washington habían sido consideradas negativas en la provincia de Málaga en trabajos anteriores.

Alvira (1974) hace una puesta al día del T. semipenetrans en nuestro país, recogiendo todos los trabajos realizados sobre el mismo. Esta revisión reúne las localidades y variedades donde el T. semipenetrans fué hallado, así como las localidades y variedades donde el nematodo fué citado negativamente o no fué encontrado a pesar de haberse estudiado muestras de cítricos. Debemos señalar que, en los datos recogidos en el trabajo de Alvira (1974), según J.M. López-Pedregal in litt., recolector de la mayoría de las muestras que aparecen en los trabajos anteriores de la provincia de Sevilla, las muestras que figuran en estos trabajos como El Arahal corresponden a Paradas, localidad muy próxima a la anterior. Se agrupan las referencias que hasta entonces se habían hecho en tres apartados:

- A) Citas de T. semipenetrans en España.
- B) Citas negativas de T. semipenetrans
- C) Variedades y localidades de cítricos donde no se ha citado T. semipenetrans a pesar de haberse estudiado muestras de cítricos.

A) Citas de T. semipenetrans en España:

1. C. aurantifolia Swing.:

Churriana y La Mayora (Ma) (!)

2. C. aurantium L.:

El Arahal (S) (.)

3. C. limon Burm.:

Alora (Ma) (!)

La Mayora (Ma) (.)

Mazarrón y Pueblo Nuevo (Mu) (")

El Arahal (S) (")

4. C. limon Burm, var. verna:

La Mayora (Ma), Jiménez-Millán, F. 1967

5. C. reticulata Blanco:

Alora y La Mayora (Ma) (!)

Abarán (Mu) (")

El Arahal (S) (.)

Marchena (S) (")

6. C. reticulata Blanco var. mandarino común:

España, Jiménez-Millán, F. 1966

7. C. sinensis Osbeck.:

Altea (A) (")

Barranco de Santiago (La Gomera) (.)

Alora (Ma) (!)

Cómpeta y La Mayora (Ma) (")

Alcantarilla, Pueblo Nuevo y Santomera (Mu) (")

El Arahal (S), Arias, M., Jiménez-Millán, F. y López-
Pedregal, J.M. 1963

Gelves (S) (.)

Granadilla (Tenerife), Bello, A. y Jiménez-Millán, F.
1964

Alberique, Alcira, Bellreguart y Tabernes (V) (")

8. C. sinensis Osbeck. var. verna:

Picasent (V) (.)

9. C. sinensis Osbeck. var. cadenera:

Játiva (V) (")

10. C. sinensis Osbeck. var. comuna:

España, Jiménez-Millán, F. 1966

11. C. sinensis Osbeck. var. sanguinelli:

Alcira (V) (")

12. C. sinensis Osbeck. var. valencia late:

Alcira (V) (")

13. C. sinensis Osbeck. var. washington navel:

Las Salinetas (Teide) (Gran Canaria), Guirán, G.de. 1962

El Arahal (S) (")

14. Citrus sp.:

Provincia de Castellón, Bello, A. y Laborda, E. 1970

Lanjarón, Orjiva y Area de Restabal-Saleres-Melejís (Gr),

Tobar-Jiménez, A. y Guevara-Pozo, P. 1967

Cómpeta (Ma) (.)

Valle Guerra (Tenerife), Guirán, G. de. 1961

15. Cítricos:

Provincia de Valencia, Cobb. N.A. 1914

16. Vitis vinífera L.:

Jerez de la Frontera (Ca), Tobar-Jiménez, A. y Pemán-

Medina, C. 1970

(!) Gómez-Barcina, A. y Jiménez-Millán, F. 1967

(.) Arias, M., Jiménez-Millán, F., Bello, A. y López-Pedregal,
J.M. 1964

(") Jiménez-Millán, F., Arias, M., Bello, A. y López-Pedregal,
J.M. 1965

B) Citas negativas de T. semipenetrans

1. C. aurantium L.:

Madrid capital, Arias, M., Jiménez-Millán, F., Bello, A. y
López-Pedregal, J.M. 1964

2. C. limon Burm. var. eureka:

La Mayora (Ma) (.)

3. C. limon Burm. var. mesero:

La Magra (Ma) (.)

4. C. paradisi Macf.:

La Mayora (Ma) (.)

5. C. reticulata Blanco var. clementino:

La Mayora (Ma) (.)

6. C. sinensis Osbeck var. cadenera:

La Mayora (Ma) (.)

7. C. sinensis Osbeck var. salustiana:

La Mayora (Ma) (.)

8. C. sinensis Osbeck var. washington navel:

La Mayora (Ma) (.)

9. C. sinensis Osbeck

San Juan de la Rambla (Tenerife), Arias, M., Jiménez-Millán,
F., Bello, A. y López-Pedregal, J.M. 1964

(.) Jiménez-Millán, F. 1966

C) Variedades y localidades de cítricos donde no se ha citado T. semipenetrans; habiéndose estudiado muestras de agrios:

1. C. aurantium L.:

Marchena y Paradas (S) (")

2. C. aurantium L. var. naranjo borde

Alcanar (T) (")

3. C. limon Burm.:

Cómpeta, Churriana y Pizarra (Ma) (")

Alcantarilla y El Algar (Mu) (")

Paradas (S) (")

4. C. reticulata Blanco:

Paradas (S) (")

5. C. reticulata Blanco var. clementino:

Paradas (S) (")

6. C. sinensis Osbeck.:

Crevillente (A) (")

Hornachos y Villafranca de los Barros (Ba) (")

Coto Doñana (Hu) (")

Cártama, Churriana y Pizarra (Ma), Jiménez-Millán, F.,

Gómez-Barcina, A. y Arias Delgado, M. 1967

Paradas (S) (")

Conde de Sietefuentes (Buenavista, Tenerife) Guirán, G. de
1961

Carcagente, Riola, Rocafort y Valencia capital (V) (")

7. Poncirus trifoliata Raf.:

Alcanar (T) (")

(") Jiménez-Millán, F., Arias, M., Bello, A. y López-Pedregal,

J.M. 1965

I.2.3. Características morfológicas y biológicas

Los estudios realizados por Cobb (1913 y 1914) y Gutiérrez (1947) determinaron para esta especie la existencia de un marcado dimorfismo sexual, y Van Gundy (1958) estudiando el ciclo biológico señala la existencia de 4 fases larvarias, indicando que la duración del ciclo es de 4 a 8 semanas dependiendo de factores ambientales como la humedad, temperatura, etc.

Según Gutiérrez (1947) la hembra adulta pone alrededor de 100 huevos, el desarrollo embrionario ha sido estudiado por Macaron (1972) quién confirma que una vez formada la larva en primera fase, tiene lugar dentro del huevo la primera muda, que da lugar a la larva de segunda fase la cual, mediante movimientos y con ayuda del estilete rompe el cotión, produciéndose la eclosión y teniendo lugar el nacimiento. El porcentaje de eclosión según estudios realizados por el mismo autor, depende de la influencia de la temperatura, aeración y secreciones radiculares, siendo la temperatura óptima la comprendida entre 20 y 25°C. y calculando que en condiciones normales el índice mínimo es del 25%. En este estado larvario de segunda fase, pueden distinguirse fácilmente las larvas machos de las hembras, ya que las primeras poseen dos zonas claras en la parte posterior de su cuerpo, que posteriormente darán lugar a la gónada y espículas respectivamente, y las lar

vas hembras, además de ser más activas, poseen solamente una zona clara, que dará lugar a la gónada; la longitud media de estas larvas, según Van Gundy (1958) y Macaron (1972) oscila entre 323-
===== 364 μ para las hembras y entre 307-336,5 μ para los machos.

Las larvas hembras de segunda fase después de 3 días de la eclosión comienzan a penetrar en las raíces secundarias; según Cohn (1965) esta penetración depende de la edad de las raíces, no
===== siendo posible cuando es superior a nueve semanas. En cuanto a la influencia de los factores ambientales, O'Bannon et al. (1967)
===== y Macaron (1972) estimaron que la temperatura óptima de penetración se sitúa alrededor de los 25°C. Las larvas de segunda fase se alimentan principalmente de las células epidérmicas y de las

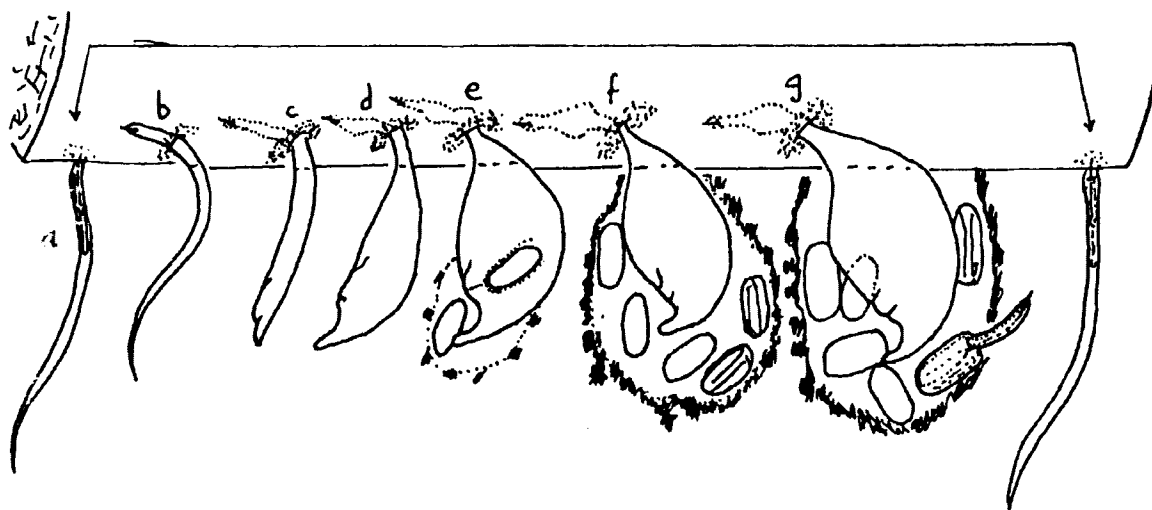


Fig. 1.- Desarrollo de las larvas hembra de T. semipenetrans

que constituyen la primera capa del parénquima cortical de la raíz (fig. 1a), tardando en condiciones óptimas de humedad, nutrición y temperatura un tiempo aproximado de dos semanas en realizar la 2^a muda y pasar a la 3^a fase, en la que las larvas son más largas y con todas las estructuras más visibles.

Tras la 3^a muda, la larva en 4^a fase (fig. 1b) es más corta pero más ancha que la anterior y el estilete bucal es más fuerte; se alimentan en la capa superficial del parénquima cortical y tras la 4^a muda dan lugar a las hembras jóvenes.

Las hembras jóvenes (fig. 1c) alcanzan las capas más profundas de la raíz, estando constituida su zona de alimentación por 6-10 células parenquimatosas; su parte anterior es recta, y la posterior curvada ventralmente con una vulva y poro excretor patentes, y siendo la región post-vulvar mucho más corta y redondeada que en las larvas en 4^a fase; si las condiciones ambientales de humedad y temperatura son óptimas, no siendo la humedad inferior al 4%, Macarón (1972), después de 4 semanas puede llegar al estado adulto. =====

La hembra adulta, (fig. 1d) tiene un aspecto saquiiforme con el extremo anterior alargado que introduce en el parénquima cortical de las raíces secundarias, presentando una serie de contrac-

ciones más o menos variables como adaptación del animal a los espacios intercelulares. La parte posterior se dilata considerablemente a consecuencia del gran desarrollo de las gónadas y queda fuera de la raíz a lo que alude el nombre específico de semipenetrans; la longitud media, según Cobb (1913) es de 500 μ y según Van Gundy (1958) de 349-406 μ . Son totalmente inmóviles; han sido descritas por Cobb (1914), Gutiérrez (1947) y Vilardebo y Luc (1961).

Aunque no se ha observado nunca acoplamiento, no se pone en duda la existencia de una reproducción por anfigimixia, confirmada por los estudios citológicos de Macaron (1972). Van Gundy (1958), indicó la existencia de partenogénesis lo que Macaron (1972) pone en duda al observar la existencia de fenómenos de inversión, según los cuales las larvas hembras de segunda fase antes de efectuar su segunda muda adquieren los caracteres sexuales secundarios de los machos.

En el momento de la puesta la hembra segrega a través del poro excretor una sustancia mucilaginosa con la que forma un nido en el exterior del cual deposita los huevos. Los nidos se encuentran alineados a lo largo de las raíces camufladas por pequeñas partículas de tierra. En su interior pueden existir de 3 a 7 hembras y de 200 hasta 1000 huevos, según Gutiérrez (1947).

Las larvas macho en segunda fase se desarrollan sin penetrar en la raíz y sin alimentarse; después de 3 ó 4 días se inmovilizan y pasan a larvas en 3^a fase, las cuales tienen menores dimensiones y como sucede en las hembras en 3^a fase el extremo caudal es más redondeado. Si las condiciones ambientales son óptimas tardan aproximadamente 3 días en pasar a la fase siguiente.

Las larvas macho en 4^a fase poseen un aparato genital más desarrollado y después de 2 a 3 días pasan al estado adulto, dependiendo de la temperatura, según Macaron (1972). Los machos adultos ===== no parasitan las raíces de los árboles, poseen un estilete bucal muy largo y la gónada, muy desarrollada, ocupa más de la tercera parte del cuerpo conteniendo muchos espermatozoides.

I.2.4. Características ecológicas y biocenóticas

La influencia de los factores ecológicos y biocenóticos sobre las poblaciones de T. semipenetrans ha sido estudiada por diversos autores en muchos países. A continuación hacemos un resumen de los resultados observados en el estudio de esta influencia, que fueron estudiados en nuestro país por Alvira (1974) llegando a conclusiones similares a las obtenidas en otros países.

T. semipenetrans se propaga lentamente en el suelo Feldme-
sser et al. (1962), Tarjan (1971), es muy susceptible a la seque-
dad, Misra (1969), Reynolds et al. (1970), Alvira (1974), y pue-
de sobrevivir varios años en suelo mantenido en barbecho. La dis-
ponibilidad del oxígeno en el suelo es importante para el desarro-
llo y la reproducción, Stolzy et al. (1964) de forma que son mejo-
res los suelos más ligeros, Oteifa y Shaarawi (1962) pero el nema-
todo también puede estar ampliamente representado en suelos pesa-
dos, Seinhorst et al. (1956), Alvira (1974).

La multiplicación es rápida en suelos alcalinos, Yokoo
et al. (1967), Alvira (1974), y un pH de 5,6-7,6 es favorable pa-
ra el nematodo así como para el cítrico huésped; las poblaciones
disminuyen a pH por debajo de 4,9, Van Gundy et al. (1961). En
agua a 27°C las larvas sobreviven durante 128 días pero su infec-

tividad, nivel de respiración y reservas alimenticias disminuyen,
Van Gundy et al. (1967); la temperatura óptima de almacenamiento
=====
es de 10°C, Cohn (1966), Alvira (1974). Ha sido observada una mar_
=====
cada fluctuación estacional en las poblaciones del "nematodo de
los cítricos" debido a los cambios de temperatura y otros facto-
res como la lluvia y la abundancia de enemigos naturales, Toun_
=====
(1963), Prasad et al. (1965), Alvira (1974).
=====

Relaciones Huésped-Parásito

T. semipenetrans causa el "decaimiento lento" o "slow decli-
ne" de los agrios; los síntomas incluyen una reducción general en
el crecimiento de los árboles, amarilleo y desprendimiento de las
hojas y un menor tamaño de los frutos; a menudo estos síntomas
son más pronunciados en la parte superior de los árboles. Cohn
=====
et al. (1965) en trabajos realizados en Israel, indica la existen_
cia de una clara relación entre la sintomatología externa y los
niveles de T. semipenetrans, estableciendo como índice crítico
5.000 nematodos por 10 grs. de raíz.

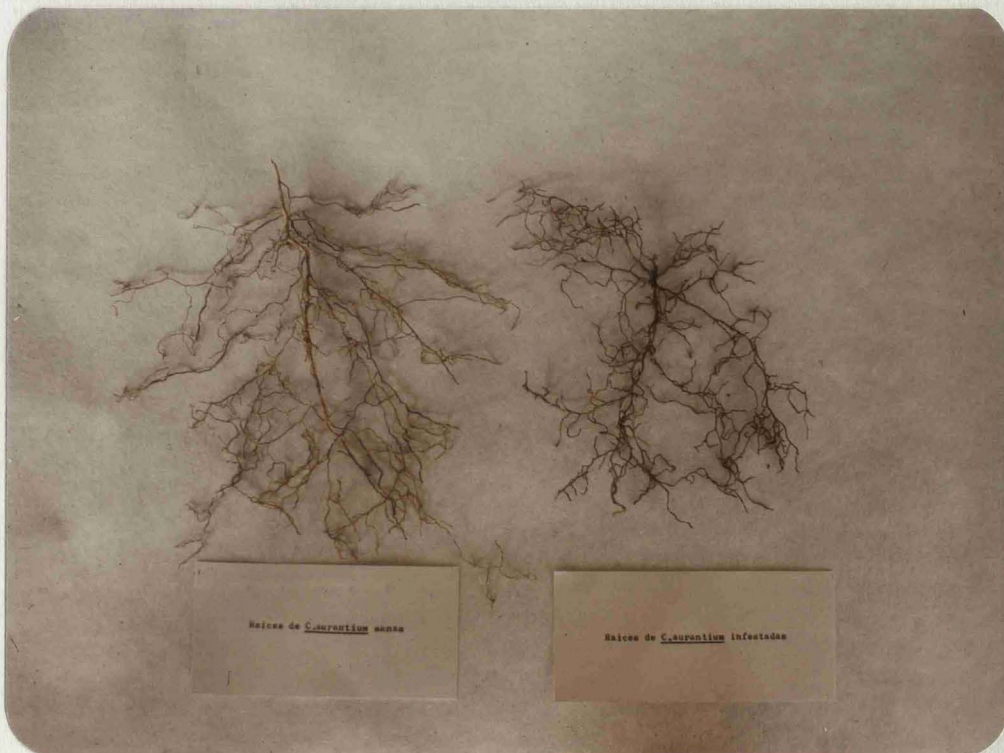
La primera evidencia de su patogeneidad hacia los cítricos
fué observada por Thomas (1923), Baines (1950), Baines et al.
=====
(1952), Ushiyama et al. (1970) señalan una reducción del 10-60%
=====
en el crecimiento de las plantaciones infestadas, y Scotto la
=====

Massese (1965) atribuye un 5% de pérdidas en peso en las plantacio=====
nes infestadas con un nivel de 1.000 T. semipenetrans por Kg. de
suelo. Las altas poblaciones del nematodo dañan el sistema radicu=====
lar, y los árboles decaen en 3 a 5 años; estas poblaciones dismi-
nuyen posteriormente cuando los árboles muestran avanzados estados
de decaimiento, Reynolds et al. (1963), Alvira (1974). La primera
=====
causa del daño fué atribuida por Labanauskas et al. (1965) a la po=====
dedumbre de las raicillas secundarias. (Fotografías 1 y 2).

El máximo número de larvas hembra que penetran en la superfi=====
cie de las raíces es cuando estas tienen de 4 a 5 semanas, y pocas
lo hacen cuando las raíces tienen más de 9 semanas, Cohn (1965);
=====
la mayoría se alimentan en las partes más maduras de las raíces,
Schneider et al. (1964), y se ha observado una decoloración y ne-
=====
crosis de las partes pilíferas e hipodérmicas, Misra (1969). Las
=====
hembras jóvenes penetran profundamente y llegan a establecerse a
una profundidad de varias células corticales. Pronto se establece
el "lugar de alimentación", alrededor de la cabeza de la hembra,
que según Van Gundy et al. (1964) consiste en 6 a 10 células cor-
=====
ticales, llamadas "célula nurse", alrededor de una cavidad (una
célula vacía de su contenido) que ocupa la cabeza del nematodo.
Las "células nurse" tienen las paredes engrosadas, sin vacuolas y
con núcleos y nucleolos alargados. Las células adyacentes permane=====
cen normales y no se produce hipertrofia o hiperplasia, Schneider
=====



Fotog. 1.- Hembra adulta de T. semipenetrans al microscopio óptico x 400.



Fotog. 2.- Raíces de C. aurantium sanas (izq.) y enfermas (drcha.)

et al. (1964). En el campo, con todo, los "lugares de alimentación" están invariablemente invadidos por microorganismos secundarios que producen podredumbre y de este modo la destrucción de las raíces, Cohn (1965).

=====

I.2.4.1. Especificidad. T. semipenetrans se ha considerado como específico del cultivo de cítricos, pero este nematodo también se ha encontrado en otras plantas, entre las que destacan la vid y el olivo, Baines et al. (1950 y 52), Colbran (1955), Seinhorst et al. (1956), Raski et al. (1956), Katcho et al. (1969), Lambertí et al. (1970) y Sauer (1968); aunque también ha sido encontrado en otras especies: Nesbitt (1956), Raski et al. (1956), Chitwood (1957), Minz et al. (1963), Cohn (1965) y Stokes et al. (1966).

En España, Jiménez-Millán (1966) no observó el parasitismo de la vid y olivo en infestaciones experimentales; Tobar et al. (1970) y Navacerrada (1975) han citado al nematodo en el cultivo de viñedos.

El estudio de la especificidad ha llevado a encontrar una serie de variedades resistentes al nematodo, entre las que destaca Poncitus trifoliata, Baines (1950), Cameron et al. (1954), Kirpatrick et al. (1962 y 66), Van Gundy et al. (1963), Feder et al.

(1965) y Van Gundy et al. (1965).
=====

Paralelamente se ha observado la existencia de diferentes patotipos o razas parasitológicas; Baines et al. (1974) en California, E.E.U.U., han señalado 5 patotipos de T. semipenetrans sobre la base de las diferencias de infectividad en C. sinensis var. Homossasa, Citrange Troyer, Poncirus trifoliata, var. "Pomeroy" y "Rubidoux", Vitis vinífera var. Thompson y Olea europea var. Manzanillo, y Stokes (1969) observó que poblaciones de T. se-
===== mipenetrans parasitaban a una hierba, Andropogon rhizomatus, pero no lo hacían a los cítricos; Lamberti et al. (1976) en Italia ob-
===== servaron algunas diferencias en la infectividad del nematodo sobre variedades de Citrus, sugiriendo que en este país existen más de un biotipo del nematodo.

I.2.5. Viveros de agrios en España

Las formas de dispersión de los nematodos fitoparásitos del cultivo de cítricos son varias: la maquinaria y las herramientas que se utilizan para trabajar el suelo de los huertos pueden dise-
minar a los nematodos de una zona a otra del mismo huerto o trans-
portarlos a plantaciones cercanas; así mismo el riego, especial-
mente cuando se aplica en surcos, es otro de los medios de disper-
sión del T. semipenetrans, Du Charme (1969). Pero el más importan-
=====

te medio de dispersión de estos organismos es el debido a su transporte en raíces de las plantas de viveros; mediante esta vía T. semipenetrans ha sido distribuido por la mayoría de todos los países donde se cultivan los cítricos, por lo que, virtualmente no hay un país donde crezcan agrios en los que T. semipenetrans no haya o no pueda ser encontrado. O'Bannon y Taylor (1967), Du Charme (1969).

=====

La facilidad con la que los nematodos parásitos de los agrios son llevados pasivamente de un continente a otro, de un huerto a otro, constituye un real y constante peligro a la agricultura cítrica. Es necesario mantener una perpétua vigilancia y tomar las precauciones necesarias para prevenir la infestación de los huertos cítricos ya que no hay minúsculas o insignificantes poblaciones de nematodos en las raíces de los agrios, unos cuantos pueden llegar a ser increíblemente numerosos en un tiempo pasmosamente corto, Du Charme (1969); sólo con transportar un nematodo en una raíz de
=====
un cítrico puede ser suficiente para comenzar una infestación local, y causar, en consecuencia, pérdidas enormes.

En España, Guevara y Tobar (1964), realizaron análisis nematológicos en viveros granadinos de plantas ornamentales y frutales, encontrando nematodos tan patógenos como Meloidogyne spp. y Pratylenchus spp., concluyendo que se debería prestar una atención máxima a la posible diseminación de estos nematodos, para lo que reco-

mienda las más severas prácticas de control nematológico; Ortuño-
===== Martínez et al. (1969) indicaron que el 31,9% de los suelos de vi
===== veros de la Huerta tradicional de Murcia contenían poblaciones
muy elevadas del "nematodo de los cítricos", señalando a los por-
tainjertos procedentes de los mismos como los responsables de un
alarmante medio de difusión del T. semipenetrans.

En 1968, y como consecuencia de los problemas planteados por
la "tristeza" en los huertos de cítricos de nuestro país, se dictó,
por Orden Ministerial (B.O.E. 17-12-68) y por la Resolución de la
Dirección General de Agricultura, una nueva ordenación de los vive-
ros de agrios, por la cual los denominados VIVEROS DE AGRIOS ESPE-
CIALMENTE AUTORIZADOS son los únicos viveros productores de agrios
oficialmente existentes.

Por esta nueva ordenación, la creación de nuevos huertos de
agrios debe hacerse con plántones procedentes de esos viveros auto-
rizados, y por ello las plantas comercializadas, irán provistas de
un precinto de garantía proporcionado por el Ministerio de Agricul-
tura y que se referirá tanto al estado sanitario del plantón como
a la variedad del mismo y de la variedad o línea injertada. Los vi
veros autorizados, con una producción mínima de 300.000 plántones
comercializables anuales, deben ser objeto de oportunas inspeccio-
nes por parte del Ministerio de Agricultura, que aseguran el cum-

plimiento de todas las normas que deben cumplir, como el volumen de producción y las medidas necesarias que deben tomarse para mantener un perfecto control sobre la calidad y sanidad de las plantas producidas.

Viveros de agrios oficialmente autorizados

El emplazamiento de los viveros de agrios especialmente autorizados por el Ministerio de Agricultura coincide con las regiones citrícolas. Hasta 1976 solamente se habían creado 9 viveros que satisficían los requisitos exigidos por la nueva ordenación. Las provincias en que se hallan situados son: Castellón, Alicante y Sevilla.

La localización y número de viveros en cada una de ellas es la siguiente:

PROVINCIA DE CASTELLON

Viveros Alcanar y Viveros La Plana, emplazados en el término municipal de Vinaroz.

Viveros Valencia y Viveros del Cid, emplazados en el término municipal de Peñíscola y

Viveros Mas de Fabra, localizado en el término municipal de Benicarló.

La producción media anual de plantas comercializables de es
tos viveros oscila entre 300.000 y 1.500.000 ejemplares.

PROVINCIA DE ALICANTE

Viveros Etasa, con una producción media anual de 500.000
plantas emplazado en el término municipal de Alicante, y

Viveros Monserrate, situado en Almoradí, siendo su produc-
ción media anual de 300.000 plantas.

PROVINCIA DE SEVILLA

Viveros Sevilla, localizado en Brenes, tiene una producción
media anual de 300.000 plantas, y

Viveros Adrián Gil, situado en Los Palacios, con una produc-
ción media anual de 400.000 plantas.

I.3. METODOS DE CONTROL DE NEMATODOS EN GENERAL

En general, es cierto el criterio prevalente de que los nematodos parásitos de los vegetales son plagas difíciles de combatir aunque, como la mayor parte de las generalizaciones sobre estos organismos, tienen sus excepciones.

Existe una variedad de métodos en la lucha contra los nematodos fitoparásitos; siguiendo a Yépez (1972) y Christie (1974)
===== los podemos agrupar del modo siguiente:

a) Métodos físicos:

La utilización de corriente eléctrica, mediante el tendido de cables conductores en el suelo, así como la aplicación al mismo de ciertas sustancias que aumentan la presión osmótica y la inundación por varios días de los terrenos de cultivo, son medidas que, aunque han tenido cierta efectividad en algunos ensayos de control, no son de uso generalizado por su elevado coste y difícil manipulación, así como su posible repercusión sobre el cultivo base.

El CALOR, por el contrario, es uno de los medios más antiguos empleado en combatir a los nematodos fitoparásitos. En el

tratamiento del suelo se utiliza principalmente Vapor, pero su aplicación se limita a pequeñas extensiones de terreno, como invernaderos, semilleros, etc.

El tratamiento de las plantas con Agua caliente, consiste en poner en contacto las raíces de aquellas con agua caliente durante algún tiempo; su utilización requiere un gran cuidado, ya que el límite entre calor efectivo para matar los nematodos que se encuentran en los tejidos de las plantas y el calor letal a las mismas es muy estrecho. En cada caso este límite deberá ser establecido, así como el tiempo de inmersión de las raíces en el agua. Este tratamiento se emplea sobre todo para desinfectar plantas de semilleros y viveros antes de su cultivo definitivo, como un medio de prevenir un ataque de nematodos. La tendencia actual es la de usar temperaturas más débiles combinadas con la utilización de soluciones diluídas de productos químicos (formaldehído-thionazina), Purnell y Hague (1965), Hague (1966) convirtiéndose en un método fisico-químico.

b) Métodos agronómicos:

Se llaman así todas aquellas prácticas culturales que tienen a incidir sobre las poblaciones de nematodos como un factor limitante a su proliferación.

La rotación de cultivos, es todavía el método más importante para prevenir y suprimir los problemas fitonematológicos. Antiguamente la rotación se utilizaba para resolver problemas de fertilidad de suelos, control de malas hierbas, enfermedades y problemas económicos del laboreo de los terrenos. En la Agricultura moderna una de las funciones principales de la rotación del cultivo es prevenir y suprimir poblaciones dañinas de patógenos del suelo. La densidad de población de los nematodos disminuye a un nivel aceptable cuando se cultiva una planta no huésped, ya que les falta el alimento, pudiendo luego plantar un cultivo principal susceptible. Sin embargo, cuando la desinfección del suelo es económicamente rentable la rotación generalmente se abandona.

El Barbecho, por el cual los terrenos se dejan sin cultivar durante algún tiempo, es una técnica muy usada en algunos países para suprimir las poblaciones de nematodos por inanición. Con barbecho seco el porcentaje de muerte puede ser muy alto debido al efecto letal de la sequía y entonces puede considerarse una desinfección natural del suelo.

El uso de Abonos orgánicos, ha demostrado en algunos casos, ser efectivo para disminuir las poblaciones de varios nematodos, posiblemente por las razones siguientes: a) aumentan las condicioes

nes favorables para que prosperen los enemigos naturales de los nematodos fitoparásitos; b) porque aumenta el vigor de la planta y la hace más apta para resistir cualquier parásito; c) puede haber un efecto dañino hacia los nematodos fitoparásitos de las sustancias derivadas de la descomposición de la materia orgánica por la acción de los microorganismos que abundan en los abonos.

c) Métodos biológicos:

Las posibilidades de establecer Métodos específicos de Control biológico de nematodos son potencialmente posibles, sin embargo los resultados que se tienen son escasos, y son proyectos a realizar a largo plazo.

Se han considerado como enemigos naturales de los nematodos a algunos tardígrados e insectos, así como a algunos hongos y otros nematodos, pero hasta hoy no se han estudiado las posibilidades de un control efectivo por medio de ellos.

Por otra parte, el uso de Variedades de plantas resistentes es hoy día uno de los campos más prometedores en la lucha contra los nematodos fitoparásitos. Según Oostenbrink (1972) el cultivo
=====
de una variedad de planta resistente puede reducir la población

de un nematodo en un 10-15%. Los estudios realizados hasta ahora, han tendido hacia el logro de variedades resistentes a un solo tipo de nematodo, a veces a una sola especie, no siendo inmune a especies del mismo género. La mayoría de las especies de nematodos están capacitados para desarrollar distintos trofotipos, por ello las nuevas variedades de plantas resistentes son generalmente atacadas en 1 ó 2 décadas en el mismo grado que las variedades antiguas, debido a la acumulación de los nuevos trofotipos.

d) Métodos químicos:

La forma más antigua para el control de los nematodos, a parte de la utilización del agua caliente, es el uso de sustancias químicas. Generalmente el control químico se ha realizado usando fumigantes, también efectivos sobre algunos insectos y esporas de hongos, y que tienen suficiente volatibilidad para penetrar hasta niveles del suelo muy inferiores.

El primer fumigante del suelo fué el Bisulfuro de Carbono, CS_2 , que fué usado contra el nematodo de la remolacha por Kühn (1881) en Alemania, sin obtener resultados positivos. =====

La Cloropicrina, O_2NCCl , fué el primer fumigante que se encontró con efecto nematicida por Mathews (1919) en Inglaterra; en =====

1920 Russel observó un aumento del rendimiento de los cultivos
=====
después de usar la Cloropicrina como desinfectante del suelo, in-
dicando que esta acción se sitúa a nivel de las raíces. Entre los
años 1927-1928 se llevan a cabo numerosos ensayos con este produc-
to en California y, en 1934 en Hawai se inicia la fumigación del
suelo a escala comercial inyectando la Cloropicrina a 6-8 pulga-
das de profundidad a la dosis de 150-170 libras/acre. Las propie-
dades nematocidas del Bromuro de Metilo, el cual es muy usado co-
mo insecticida, fueron señaladas por Richardson y Johnson (1935).
=====

La gran era de la fumigación comercial del suelo se desarro-
lla a partir del descubrimiento de las propiedades nematocidas
del D-D (1,2-Dicloropropeno. 1,2-Dicloropropano, 2:1), sobre un
cultivo de ananas, Carter (1943).
=====

Después del descubrimiento del D-D pocos fumigantes han al-
canzado amplia aplicación; p.e: el Dibromuro de Etileno (EDB) seña-
lado como nematocida por Christie (1945); 1,2-dibromo-3-cloropropa-
=====
no (DBCP) señalado por McBeth (1955) como nematocida con la formu-
=====
lación Nemagon, y compuestos que liberan metilisotiocianato (MIT),
como el Metam-Sodium y el Dazomet. El descubrimiento del DBCP fue
un gran éxito, ya que debido a su escasa toxicidad puede ser
aplicado en el suelo con el cultivo presente, sobre todo en

frutales y plantas ornamentales, no sucediendo así con los productos anteriores, los cuales deben utilizarse antes de plantar.

Desde el descubrimiento de este último producto a la actualidad, ha continuado la incesante búsqueda de un nematicida ideal. Aunque se ha prestado una gran atención a la búsqueda de las relaciones que pudieran existir, por un lado, entre la estructura química y las propiedades físicas y, por otro el efecto nematicida, no parece que se haya llegado a conclusiones importantes sobre este aspecto. Todos los nematicidas de uso general en la actualidad para el control de los parásitos de las plantas, han sido el resultado de descubrimientos accidentales o pruebas empíricas.

Las altas dosis que deben utilizarse con los fumigantes convencionales, el equipo especial que se requiere para su aplicación y los largos periodos de tiempo que hay que esperar antes de plantar, dadas sus propiedades fitotóxicas, desviaron las investigaciones hacia otros productos con propiedades sistémicas, que pueden ser empleados mientras crece el cultivo. La investigación de los grupos de los Fosforados orgánicos y los Carbamatos, relacionados con aquellos usados como insecticidas, demostró que algunos de ellos pueden ser usados como nematicidas.

Los productos sistémicos se utilizan sobre el suelo y folia

je de los árboles; además se realizan tratamientos de desinfección, lavando semillas y raíces de las plantas con disoluciones de los productos, puesto que se ha observado que, además de su actividad sistémica controlando a los nematodos a través de la planta, estas sustancias poseen una acción de contacto sobre los nematodos, matándolos o afectando su comportamiento, mecanismos de alimentación y otros efectos no letales.

Entre los compuestos Fosforados se vienen utilizando preferentemente el Fensulfothion o Mocap, Nemacur y Thionazina; con este último se han obtenido resultados muy positivos en los ensayos de desinfección de semillas y raíces de plantas, Hague (1972). El Diazinón, insecticida-nematicida de aplicación al suelo, ha sido ensayado por Thirugnanan et al. (1966) sobre el desarrollo de los huevos de Meloidogyne javanica; Brodie y Burton (1967) lograron controlar las poblaciones de nematodos en céspedes y Brodie (1968) dadas las propiedades sistémicas del producto observa el control de los nematodos de las partes aéreas y de las raíces en cultivos de huerta. Soza Moss et al. (1970) obtienen resultados negativos utilizando el Diazinón contra Meloidogyne spp. en tomate; Juska (1972) controla los nematodos que infestan a Zoysia japonica y Szczygiel (1970) lo utiliza contra Aphelenchoides spp. en fresas, como Yoshida et al. (1969) en arroz contra A. besseyi. Contra este

nematodo Lee (1972) utiliza disoluciones de Diazinón lavando se-
millas y raíces de plantas de arroz, previniendo la infestación;
finalmente Moeed (1975) indica que las aplicaciones de 0,9 Kg/Ha
del producto redujeron en un 62% el número de nematodos en el
suelo.

Los Carbamatos con propiedades nematicidas están represen-
tados por el Oxamyl, Aldicarbe o Temik y el Carbofuran. El Oxamyl,
dada su baja fitotoxicidad se utiliza en pulverizaciones foliares,
Stokes y Laughlin (1970), comprobándose el control de los nemato-
dos en las raíces de las plantas tratadas; Willis y Thompson
(1973), Abawi y Mai (1971, 1972), Bunt (1972); Dickson y Smart
(1971).

Las aplicaciones del Aldicarbe y Carbofuran se realizan pre-
ferentemente en el suelo; las propiedades nematicidas del Aldicar-
be han sido señaladas entre otros por: Hide y Corbett (1973);
Kämpfe (1973), Bunt (1975), Griffin (1973); Lear (1972),
Thielemann y Steudel (1973), Steudel (1972).

El Carbofuran ha sido utilizado tanto en cultivos de huerta
como sobre plantas ornamentales, cereales y frutales, obteniéndose
se los resultados más positivos cuando se emplea en forma de grá-

nulos. Di Sanzo (1973), Averre et al. (1974), Morris et al. (1974)
y Reddy (1975) indican el control de M. incognita en cultivos de
tomate, Ipomoea batatas, clavel y tabaco, respectivamente. Hansen
(1972) controla eficazmente a Heterodera rostochiensis en patata,
como Harrison (1974) cuando el producto se aplica en pulverizacio-
nes foliares; la eficacia del Carbofuran sobre otras especies de
Heterodera fué señalada por Vinduska (1974) sobre H. schachtii en
remolacha y Hamlen (1975) sobre H. cacti en Zygocactus truncatus.

Chhabra et al. (1974) indican que el tratamiento con Carbo-
furan sobre T. brassicae en arroz fué muy efectivo a la dosis de
1,5 Kg/Ha; Overman (1974) observa un control de un 92% de las po-
blaciones de Paratylenchus spp. infestando a Philodendron sp.;
Abrego (1974) obtiene resultados positivos con aplicaciones de
16,5 lib/Ha para controlar a Pratylenchus coffeae en cultivos de
café.

La efectividad del Carbofuran sobre los nematodos ha sido
señalada también por: Gowen (1974) en cultivo de banana; Johnson
et al. (1973) y Dickson et al. (1974) en trigo y maiz, respectiva-
mente; Singh et al. (1974) y Overmann et al. (1975) en tomate;
Maggenti et al. (1975) en narcisos y Minton et al. (1974) en cul-
tivos de cacahuete.

I.3.1. Acción de otros insecticidas sobre los nematodos

El descubrimiento de que algunos Insecticidas de Síntesis son efectivos contra los nematodos es de gran importancia desde el punto de vista económico, además de que estos productos no tienen las limitaciones de los nematicidas, Prasad et al. (1964).

=====

.

En el estudio de los Métodos químicos empleados contra las poblaciones de nematodos realizado en páginas anteriores nos hemos ocupado de las sustancias propiamente nematicidas y de otras cuya acción se considera también insecticida; en este apartado recogemos algunos de los estudios que se han realizado con productos cuya acción se considera solo insecticida y de los que se han estudiado las posibilidades de utilización en el Control de las poblaciones de nematodos fitoparásitos.

Un análisis de la revisión, a nivel mundial, de los estudios realizados sobre la acción de los insecticidas sobre los nematodos muestra que, en principio los productos más utilizados fueron los Clorados, ya que entonces eran los insecticidas de más amplia difusión y los más empleados en el control de las plagas y enfermedades producidas por los insectos. Los datos que encontramos en la bibliografía, poco numerosos, son a menudo contradictorios.

Mientras French, Lichtenstein y Thorne (1959) encuentran que
el Aldrin a una dosis de 11,25 Kg por acre no tiene acción sobre
los nematodos, y que el Lindano a una dosis de 90,7 Kg/acre destruye el 85% de las poblaciones de nematodos; Edwards y Denis (1960) mostraron que el Aldrin a una dosis de 3x50,50 Kg/acre y el DDT 2%, a la dosis de 2x50,80 Kg/acre no afectan a los nematodos. Grigorieva (1952) y Lipa (1958) indican que el tratamiento del suelo con BHC hizo crecer el número de gusanos de tierra, mientras que Cronwell (1953) no observa ningún efecto en experiencias similares, como Ghilarov (1965).

Prasad et al. (1964) ensayan la acción de varios insecticidas clorados y fosforados sobre las larvas de Meloidogyne javanica obteniendo mejores resultados con los segundos. Smart, Locascio y Rhoades (1967) encontraron que el Zinoplas a 4,5 Kg/Ha tiene una acción nematicida prácticamente suficiente en los cultivos de fresas. Finalmente Heugens (1968) constata que el DBCP 19% a una dosis de 7,6 Kg/Ha tiene acción nematicida y que el Aldrin destruye los nematodos solamente a fuertes dosis, 750 Kg/acre.

Para Soza Moss et al. (1970) las aplicaciones de los insecticidas clorados, Clordano, Aldrin, Heptacloro, DDT y BHC fueron inefectivas contra las larvas de Meloidogyne spp. en tomate; Radu

et al. (1970) estudian la acción del Aldrín y BHC sobre los nema-
tods, indicando la acción nematicida de estos productos, pero ob-
servando resultados irregulares; Gómez Tovar (1973) no encuentra
=====
efectivas las aplicaciones de 25-50 Kg/Ha de Aldrín sobre pobla-
ciones de Heterodera rostochiensis en patata, mientras que Singh
=====
et al. (1974) observan la efectividad del Lindano aplicado al cul-
tivo de tomates y Lane et al. (1972) indican que el Aldrín es
=====
efectivo controlando los nematodos que se encuentran en el suelo
de plantaciones de pinos.

Los insecticidas Organofosforados y Carbamatos son los más
estudiados en la actualidad; Raski y Allen (1948), Dimock y Ford
===== ===== ===== =====
(1950) consiguieron reducir las poblaciones del nematodo de la ye-
ma de la fresa y de la hoja del crisantemo respectivamente, con
aspersiones de Paratión; posteriormente Slootweg (1963) señalaba
=====
que los bulbos de lila sumergidos en una emulsión de Paratión eran
liberados de la infestación de Pratylenchus spp. Por otra parte,
Sasser (1952) obtuvo un control efectivo en nódulos radiculares de
=====
tomate y pepino aplicando al suelo Systox en agua a la concentra-
ción del 0,1%, con escasa evidencia de fitotoxicidad; sin embargo
los resultados indicaban que no se mataban los parásitos ni los
huevos, que el producto inhibía el empollamiento y actuaba de for-

ma paralizante sobre las larvas que ya habían salido de los huevos, al pasar a agua huevos mantenidos durante una semana en una solución de Systox al 0,2% empollaron libremente.

Brodie y Burton (1967) observaron un mayor crecimiento de los céspedes tratados con Forato y Disulfotón, para el control de Belonolaimus longicaudatus. Utilizando insecticidas sistémicos, Steyvoort (1961) logró mejores resultados con Paratión que con Metasystox aplicados en cultivos de remolacha para el control de Ditylenchus dipsaci, y Rhoades (1967) señalaba un incremento del rendimiento en cultivos de cebollas cuando se trataban con mezclas de Zinophos y Forato a 2 lb/acre para controlar a B. longicaudatus y Trichodorus christiei. Así mismo, Dantas et al. (1971) encuentran que en cultivos de tomate, el número y peso de los frutos aumenta con aplicaciones del 0,2% de Vamidotión en las hojas para controlar a M. incognita en la raíces, debido a la acción sistémica del producto. El Fentión fué utilizado por Jarnevíc y Coffee (1965) contra larvas de M. incognita y Lee et al. (1972) realizan ensayos de inmersión de semillas y raíces de plantas de arroz para prevenir la infestación de Aphelenchoides besseyi.

I.3.2. Acción de los herbicidas sobre los nematodos

La utilización de plaguicidas (Herbicidas) para combatir las plantas acompañantes de un cultivo, ha hecho preguntarse a muchos investigadores si estos productos pueden actuar sobre los nematodos y las posibilidades de su utilización en el control de las poblaciones de los mismos. Franklin (1970) hace una revisión
=====
de las interrelaciones entre Nematodos, Malas hierbas, Herbicidas y cultivos indicando que los Herbicidas pueden afectar a los nematodos fitoparásitos directamente, por contacto, o indirectamente, causando cambios fisiológicos en las plantas que sirven de alimento, aliminándolas y haciéndolas tóxicas para el nematodo.

La acción por contacto, directa, de los herbicidas ha sido poco estudiada. Webster y Lowe (1966) tratando los "nematodos del
===== =====
tallo" durante 5 horas con una disolución de 2,4-D a la concentración de 0,5 mg/100 ml., no observaron ningún efecto en la capacidad de reproducción del nematodo, pero aumentando 10 veces la concentración, la reproducción se inhibía. Davide y Triantaphyllou
===== =====
(1968) utilizando Hidracida maleica sobre larvas de Meloidogyne, observaron que sólo la mitad de ellas fueron capaces de entrar en las raíces del huésped, y las que lo hicieron tampoco se desarro-

llaron con normalidad; sin embargo McClure y Viglierchio (1966)
===== no observaron ningún cambio en la actividad de este nematodo uti-
lizando 2,4-D; por el contrario, una disolución de 1 ppm. de áci-
do naftalenoacético mató aparentemente los nematodos. Rao y
===== Prasad (1970) indican que las aplicaciones de varias concentra-
===== ciones de EPTC; 2,4-D; MCPB y Dalapón no poseen una acción de con-
tacto sobre Rotylenchus reniformis, observando que el EPTC tiene
una actividad nematicida selectiva matando sólo a los nematodos
saprótafos a la concentración de 1.000 ppm.; por otro lado obser-
va que esta concentración no fué letal a las 24 horas sobre otros
nematodos parásitos pero aumentandola a 2.000 ppm. todos ellos mu-
rieron. Freg (1976) indica que disoluciones acuosas de Diquat y
===== Paraquat actúan sobre Acrobeloides buetschlii a las 48 horas
del tratamiento.

En el suelo, la acción de los herbicidas sobre los nematodos
fué estudiada por Corbett y Webb (1970) con Paraquat y McCalla
===== et al. (1962) con ATA, Dalapón y 2,4-D, en cultivos de cereales,
no observando diferencias entre suelos tratados y no tratados. En
1972, Gómez-Barcina et al. tampoco observan acción sobre los nema-
===== todos utilizando Bromuro de etileno más Cloropicrina en cultivos
de tomate. Arle et al. (1973) indican que la Trifluralina parece
=====

afectar la actividad del nematodo y Witkowski (1973) observa que,
=====
mientras soluciones de DNOC, MCPA y una mezcla de ambos matan a
los nematodos a intervalos variables según las dosis y herbicidas
empleados en experiencias "in vitro", en campo las dosis normales
de empleo no afectan a los nematodos. Magnifico y Vovlas (1975)
===== =====
indican que la aplicación antes de sembrar de Dazomet a 392 g/Ha
redujo las poblaciones de Pratylenchus thornei y Pratylenchus
neoamblycephalus en semilleros de apio en Italia.

Por otra parte, los Herbicidas pueden actuar indirectamente
sobre los nematodos, estimulando el crecimiento de las raíces de
las plantas, y favoreciendo con ello el aumento de sus poblaciones.
Trudgill y Webster (1967) señalan que las aplicaciones de ácido gi
===== =====
berélico y ácido indolacético en hojas de patata, estimularon el
crecimiento de la raíz y el número de hembras de Heterodera rosto-
chensis se duplicó; Webster y Lowe (1966) facilitaron el desarro-
===== =====
llo del Aphelenchoides sobre la parte aérea de los claveles; al
igual que Webster (1967) observa en plantas de alfalfa después de
=====
las aplicaciones de las dos sustancias. Por el contrario, algunos
herbicidas actúan como inhibidores del crecimiento de células gigan
te o nódulos radiculares, esenciales para el desarrollo de los nemato
dos de las raíces; Nusbaum (1958) trató plantas de tabaco con Hidra-
=====

cida maleica, observando esa inhibición, así como la degeneración de las hembras de Meloidogyne y la falta de formación de agallas. En plantaciones de tomate y tabaco tratadas con esta sustancia, Davide y Triantaphyllou (1968) observaron un desarrollo muy lento de Meloidogyne sp., llegando un número desproporcionado de la población, sobre el 90%, a ser machos; al igual que Trudgill y Webster (1967) encontraron al aplicar el Cloromequat, al suelo de un cultivo de patatas, sobre Heterodera rostochiensis. Con este producto, Corbett y Hide (1969) lograron disminuir la infestación de Verticillium dahliae y Heterodera rostochiensis en patata y Trudgill y Webster (1967) en avena observaron la disminución de las poblaciones de los "nematodos de tallo". Webster (1967) observa que poblaciones de Aphelenchoides sp. en plantas de alfalfa disminuyen con la aplicación de Cloromequat.

Apt et al. (1960) y Courtney et al. (1962) estudian la aplicación de ATA, Dalapon y MH en plantas de Agrostis tenuis infestadas con Anguina agrostis, observando un control positivo; Romney et al. (1974) estudian el efecto del DCPA sobre Meloidogyne hapla en cultivo de cebolla y judía, indicando que los cambios provocados por los herbicidas en la raíz pueden proporcionar mecánicamente una barrera frente a la infección del nematodo y Kretchman (1959 1960) lleva a cabo un control efectivo durante do

ce meses de las malas hierbas que albergan al Radopholus similis mediante tratamientos con Diuron, Monuron y Simazina, que influyen de un modo indirecto en el control del nematodo.

I.3.3. Modo de acción de los nematicidas

Las investigaciones realizadas sobre el modo de acción de los nematicidas sobre los nematodos se han centrado en la identificación de los receptores de las moléculas tóxicas dentro del nematodo y las consiguientes reacciones que tendrán lugar para llegar a producir la muerte a estos. En el esquema que exponemos a continuación, Evans (1973) resumió las barreras que debe ==== atravesar el nematicida o su precursor para tomar contacto con dichos receptores, que serán diferentes según la molécula del producto.

Según este autor, la barrera externa puede ser la cutícula, la pared intestinal o la cáscara de los huevos. Una vez dentro del nematodo la molécula tóxica puede llegar a ser almacenada en un te jido al cual no iba dirigida; alternativamente puede ser excretada, destoxificada o convertida de un precursor de toxicidad baja a un tóxico. La distribución en y entre los tejidos estará influenciada por las características de partida. Las barreras intracelulares (membranas plasmática y mitocondria) pueden ser atravesadas an

NEMATICIDA

o

PRECURSOR



→ Pérdidas en el medio

BARRERA EXTERNA: cutícula, pared intestinal, cáscara del huevo



→ pérdidas en tejidos al que no se dirigen

→ destoxificación

→ excrección

→ toxificación (los precursores llegan a ser nematocidas)

BARRERA INTRACELULAR: membranas mitocondriales, estructuras sinápticas



COMPETICION MOLECULAR: sustratos naturales o enzimas



RECEPTOR:

-Acetil colinesterasa

-Membranas lipoproteicas

-Grupos nucleofílicos: -SH, -NH₂, -OH

-Hemproteinas, citocromos.

tes que la molécula receptora o el lugar receptor se acerque. Las interacciones del nematocida y receptores pueden restringirse por la competición de sustratos naturales que reaccionen con los receptores.

Nematicidas halogenados

La narcosis fué el modo de actuación propuesto por Chitwood
===== (1952); en 1938 Ferguson estableció una relación entre las activi-
===== dades biológicas y las propiedades físicas de los narcóticos; más tarde esta relación implicaba para Albert (1968) que los recepto-
===== res estarían en las membranas lipoproteicas.

Las reacciones de los nematodos e insectos a los nematicidas halogenados son similares: un periodo de hiperactividad es seguido por una disminución gradual en la actividad principal a una parálisis, Van Gundy, Munnecke, Bricker y Minter (1972); Sturrock (1965);
===== Bond (1956). En algunas especies de nematodos la parálisis no es
===== fatal, siendo capaces los nematodos afectados de recuperarse completamente y completar su ciclo vital, Evans y Thomason (1971).
=====

La capacidad de sobrevivir al tratamiento con los nematicidas halogenados parece depender del estado fisiológico y nivel de actividad metabólico en los nematodos. Los huevos en quistes de Heterodera rostochiensis requieren dosis más altas de Bromuro de metilo que las larvas en el suelo, Hague y Sood (1963).
=====

Para Moje (1960) estos nematicidas actúan a través de una
=====

combinación química con algún centro nucleofílico esencial, por ejemplo: grupos -SH, -NH₂, ó -OH, en un sistema enzimático vital para el nematodo. Algunos cambios proteínicos observados en Meloidogyne incognita después de someterlas a sólo 1 hora de exposición al EDB (Dibromuro de etileno) fueron relacionados con estas reacciones, Ishibashi (1970). Así mismo se ha observado que Aphelenchus avenae es más susceptible al EDB cuando muda, sugiriendo que probablemente los grupos sulfohidrilos, amino e hidroxilos (lugares potenciales para reacciones de sustitución nucleofílica) pueden ser bloqueados por reacción con EDB por medio de reacciones de inhibición del enzima, Evans y Thomason
===== (1971).

Sin embargo las reacciones nucleofílicas de sustitución tienen lugar en baja proporción y algunos autores sugieren que deben ocurrir otras reacciones más rápidas.

Según Castro (1964), los nematicidas halogenados oxidan a
===== las porfirinas de Fe rápidamente; ya que las porfirinas de Fe son componentes de las moléculas de Hemproteína de la Hemoglobina, los citocromos y oxidasas microsomales, los productos pueden interferir con sus funciones redox pudiendo tener consecuen
cias letales, Castro (1971). Esta teoría no se ha demostrado su
=====

ficientemente pero la disminución de la toxicidad de A. avenae
al EDB bajo condiciones anaerobias, observada por Evans y Tho-
mason (1971), parece interpretarse como la protección del cito-
cromo, el cual no opera en ausencia de oxígeno. Santmeyer (1956)
y Marks (1971) observaron una disminución en la respiración du-
rante el tratamiento de nematodos con halogenados.

Por último Metcalf (1971) sugirió que cada uno de los mo-
dos de actuación de los nematicidas halogenados pudieran contri-
buir a causar la muerte de los nematodos.

Nematicidas organofosforados y carbamatos

Se piensa que la neurohormona colinesterasa es el receptor
de los nematicidas-insecticidas organofosforados y carbamatos.
Algunos autores mantienen la teoría de que algunas carbamoiloxi-
mas, como el Aldicarbe, poseen una actividad nematicida directa,
inhibiendo la acetilcolinesterasa y las colinesterasas, Spurr
et al. (1966). Deteriorando el Sistema Nervioso pueden interfe-
rir con muchos procesos vitales en la vida de los nematodos y
provocar su muerte. Pero la medida de la toxicidad es muy comple-
ja y muchos organofosforados y carbamatos matarán los nematodos
a dosis muy altas; Evans y Thomason (1971) comprobaron en condi-

ciones de laboratorio, que los nematodos expuestos a bajas concentraciones de una sustancia tóxica pueden recobrarse y llegar a ser activos cuando se retira la sustancia; por otra parte, Yu, Kearns y Metcalf (1972) han descubierto que muchas de las sustancias inhibidoras de la colinesterasa exhiben reacción reversible con el sustrato; Kondrollochis, Pain y Hague (1970) han llamado Nematostasis a esta situación de muerte aparente de los nematodos mientras se encuentran expuestos a concentraciones subletales de la solución insecticida-nematicida.

Den Ouden (1971) y Kaai (1972) apoyan la idea de que muchos carbamatos e insecticidas organofosforados controlan los nematodos por efectos indirectos. La salida de las crías de los huevos, movimiento, alimentación, orientación o desarrollo de las larvas pueden ser disminuidos a bajas concentraciones de estos compuestos. Clarke y Shepherd (1966) encontraron que la iniciación de los procesos de salida de las larvas de los huevos de Heterodera spp. estaba influenciada por un número de plaguicidas y esterilizantes del suelo. Nelmes y Keereewann (1970) observaron la inhibición de la rotura de los huevos de M. incognita al tratarlos con Aldicarbe; como Osborne (1973) y Steudel (1972) inhibieron la salida de las larvas de los huevos cuando los quistes de H. rostochiensis Woll. y H. schachtii Schm. se expusieron a concentra-

ciones de Aldicarbe de 1,0 y 10,0 ug/ml., respectivamente. Sin embargo, Thomason y Houg (1973) observaron que la exposición a ===== ===== muy bajas concentraciones de Aldicarbe estimula la salida de las larvas de Meloidogyne javanica y H. schachtii. Osborne (1973) lo ===== gró controlar larvas de H. rostochiensis cuando los quistes se expusieron a mezclas de Aldicarbe y difusores radiculares, no lo grándolo cuando sólo se aplicaba el Aldicarbe; la explicación de este fenómeno parece ser, según Osborne, a que los difusores ra- ===== diculares cambiarían la permeabilidad de la cutícula facilitando la entrada de la dosis letal del producto.

Otras veces los organofosforados y carbamatos afectan el movimiento, Nelmes (1970) y la orientación de los nematodos, tan ===== necesarios para su supervivencia. El tratamiento con Thionazina dejó incapaz a Aphelenchus avenae de coordinar la introducción del estilete y la pulsación del bulbo en la alimentación, Kondro- ===== llochis (1971); en experiencias "in vitro" el Aldicarbe inhibió ===== la locomoción de H. rostochiensis, Nelmes (1970) y A. Avenae tra- ===== tado con Forato sufrió una parálisis, según Evans y Kondrollochis ===== ===== (no publicado); las larvas infectivas de M. incognita tratadas con Aldicarbe no invadieron las plantas huésped, conservando sus reservas alimenticias de lípidos, Nelmes, Trudgill y Corbett ===== ===== =====

(1973). El nematocida Carbofuran fué señalado por Di Sanzo
=====
(1973) por interferir con la orientación del Tylenchorhynchus
claytoni Steiner en raíces de maiz; también observó que las lar
vas de Pratylenchus penetrans Cobb no son atraídas a las raíces
de tomate en superficies de agar conteniendo Carbofuran. Fenwick
=====
(1968) observó un geotropismo negativo del Rhadinaphelenchus
cocophilus en cocotero cuando se trata con el organofosforado in
secticida Sevin o Carbaryl.

La respiración de Pratylenchus redivivus, Nemes (1970) y
=====
Rhabditis oxycera, Ritzrow y Kämpfe (1971) tratados con Aldicar
===== =====
be mostraron una constante disminución a dosis altas. La inhibi
ción de la reproducción de A. rutgersi fué considerada la acción
más importante de los nematocidas organofosforados y carbamatos
Myers (1971), pero probablemente fué un efecto indirecto, debido
=====
a la dislocación de los procesos alimenticios Evans (1973), y só
=====
lo sería una acción nematostática. De este modo, los efectos del
comportamiento parecen ser más importantes que los efectos leta
les con los inhibidores de la colinesterasa, Nemes et al. (1973).
=====

Del conjunto de Métodos analizados sobre el Control de las poblaciones de nematodos fitoparásitos vamos a destacar aquellos que han sido estudiados en la literatura mundial y que presentan una mayor o menor eficacia en el control de las poblaciones del "nematodo de los cítricos", T. semipenetans Cobb, 1913.

I.4. METODOS EMPLEADOS EN EL CONTROL DE T. semipenetans

En el Control de las poblaciones del "nematodo de los cítricos" se han utilizado varios métodos, de los cuales hacemos una revisión bibliográfica, siguiendo la misma clasificación que empleamos anteriormente en los Métodos utilizados contra los nematodos fitoparásitos en general:

METODOS FISICOS

- Calor

METODOS AGRONOMICOS

- Abonos orgánicos

METODOS BIOLOGICOS

- Variedades resistentes
- Hongos nematófagos
- Nematodos depredadores

METODOS QUIMICOS

- Hidrocarburos halogenados
- Organofosforados
- Carbamatos
- Otras sustancias químicas

I.4.1. Métodos físicos

De los Métodos físicos conocidos y utilizados en el control de las poblaciones de nematodos, el CALOR ha sido el único empleado sobre las de T. semipenetrans; la forma de tratamiento es la de sumergir las raíces de árboles jóvenes en agua caliente durante cierto tiempo y después de ello los árboles se plantan. Sveshnikova (1940) informa de la presencia del nematodo en
=====
varias regiones de la U.R.R.S. y recomienda la inmersión de las raíces de los árboles en agua caliente a 54°C durante 10-15 minutos, para su erradicación.

Baines, Klotz, Clarke y Dewolfe (1949) realizan una serie
=====
de trabajos sobre el tratamiento en agua caliente de las raíces de naranjo para la erradicación del "nematodo de los cítricos" y el hongo Phytophthora citrophthora, ensayando la inmersión de las raíces a varias temperaturas durante diferentes intervalos

de tiempo, y concluyen que se logra la erradicación del nematodo, y el tratamiento también mata al hongo, sometiendo las raíces a un baño de agua caliente mantenido a 116°F durante 10 minutos; se aconseja reiteradamente que las raíces deben mantenerse húmedas durante todo el tratamiento y plantar los árboles en cuanto sea posible. Scotto la Massese (1965) en Argelia realiza
=====
ensayos de desinfección, sumergiendo las raíces de agrios en agua caliente a 50°C durante 10 minutos eliminando con ello a T. semipenetans, pero el tratamiento fué letal para las plantaciones de cítricos. En un nuevo ensayo utiliza el agua a 47°C manteniendo la inmersión de las raíces durante 10 minutos, no observando fitotoxicidad en los árboles pero el tratamiento no elimina completamente al nematodo.

I.4.2. Métodos agronómicos

De los llamados Métodos Agronómicos unicamente el uso de Abonos orgánicos puede emplearse en el cultivo de los cítricos. Mankau y Minter (1962) obtuvieron porcentajes de mortalidad del
=====
T. semipenetans superiores al 50% con estiércoles de varios animales y desechos vegetales. Scotto la Massese et al. (1973) observaron una mortalidad casi del 100% en parcelas de clementinos
=====
que habían sido fuertemente abonados con estiércol nitrogenado

(3 Kg de N/año y árbol). Esta manera de luchar ofrece un doble interés: el enriquecimiento del suelo en Materia orgánica y la supresión del parásito, que puede hacerse de varias maneras: por estimulación de sus depredadores, por la acumulación temporal de nitratos, reconocidos como altamente nematicidas, Walker (1971),
===== ó porque la solución del suelo alcance una presión osmótica perjudicial a los nematodos.

I.4.3. Métodos biológicos

El Control Biológico del T. semipenetrans se ha estudiado en base a la utilización de variedades de cítricos resistentes, así como a la interrelación existente entre algunos Hongos y nematodos.

En la búsqueda de variedades e híbridos de cítricos resistentes a los ataques del nematodo destacan los trabajos de Baines
===== (1950 y 1974), Cameron et al. (1969 y 1975), Ford (1970) y Hutchi-
===== son y O'Bannon (1972) quienes indican la alta resistencia de los
==== cítricos con patrón Poncirus trifoliata, señalando Scotto la Ma-
===== ssese (1975) que la utilización de este portainjerto requiere la
===== previa determinación de la raza de T. semipenetrans presente, ya que algunas de ellas pueden atacar y dañar a P. trifoliata.

El tratar de conocer las causas de la podredumbre de la raíz, ha llevado al estudio de la Interrelación entre este nematodo y hongos, especialmente del Gro. Fusarium, Feldmesser et al. (1962), Van Gundy et al. (1963), O'Bannon (1966) y O'Bannon et al. (1967) quien observa que la infectividad del hongo aumenta disminuyendo la reproducción del nematodo cuando la temperatura a que se realiza la experiencia oscila entre 25°-30°C.

Por otra parte se estudia la acción de hongos depredadores sobre el parásito, del Gro. Arthrobotrys, DeWolfe et al. (1954) y de los Gros. Arthrobotrys, Dactylella y Dactylaria, Mankau (1964).

La interrelación entre el T. semipenetrans y otros nematodos fitoparásitos ha sido estudiada por Macaron (1972) quién establece que las poblaciones de Paratylenchus y Xiphinema disminuyen cuando los índices de T. semipenetrans son más elevados y Bodenheimer (1951) estudia la acción sobre este nematodo de especies depredadoras del Gro. Mononchus; Cohn et al. (1974) observan cierta selectividad de la especie depredadora Mylonchulus sigmaturus hacia T. semipenetrans comparada con las otras presas, Meloidogyne javanica, Helicotylenchus multicinctus y Longidorus

africanus, observando una clara y constante relación entre las altas densidades de M. sigmaturus y poblaciones reducidas de T. semipenetrans.

I.4.4. Métodos químicos

Desde que T. semipenetrans fué encontrado por primera vez en cultivos de cítricos en Estados Unidos por Cobb (1913) y después de demostrado su parasitismo por Thomas (1923), la erradicación de las poblaciones del nematodo de los suelos de huertos de agrios, ha sido una constante preocupación en todos los países donde este cultivo adquiere una importante economía, destacando los trabajos realizados por O'Bannon y Baines en E.E.U.U., y Cohn en Israel.

En los primeros trabajos de lucha química contra el "nematodo de los cítricos" los productos que se empleaban eran fumigantes del suelo. Suit (1948) logra un control eficaz del nematodo inyectando D-D (Dicloropropeno-Dicloropropano) en raíces y en el suelo a una profundidad de 60 cm., pero el tratamiento también mataba al árbol. La fitotoxicidad de los fumigantes obligaba a realizar los tratamientos en preplantación, sin el cultivo presente, Couranjau (1948), Suit (1948), Foote y Gowans (1947), White (1947), por lo cual, cuando la infestación de T. semipene-

tans era muy alta, todos los árboles enfermos debían arracarse y después de realizada la desinfección del suelo se plantaban cítricos nuevos, Suit (1949).

====

En 1954 se descubrieron las propiedades nematicidas del DBCP, y el hecho de que este producto puede aplicarse en los suelos de cítricos con el cultivo presente debido a la falta de fitotoxicidad hacia el mismo, marcó una nueva etapa en la lucha contra las poblaciones dañinas del nematodo, puesto que a su alta efectividad se suma su fácil aplicación con el agua de riego. Los tratamientos en pre-plantación no se han abandonado totalmente y se siguen realizando para desinfectar un suelo destinado a la creación de un huerto (método preventivo de Control) o para sustituir por nuevos, viejos árboles de cítricos.

A continuación hacemos una revisión de los principales autores, trabajos y resultados obtenidos en el Control Químico de T. semipenetrans en el cultivo de cítricos en los dos tipos de tratamiento, en pre- y postplantación.

En tratamientos en pre-plantación, Baines (1950,1952) reco-
mienda la fumigación de los suelos de huertos de cítricos con D-D
a 500-1000 lib/acre y Sleet (1952) observa un aumento del creci-
=====

miento de árboles de naranjo amargo plantados en suelos que fueron tratados con 800 lib/acre del mismo producto. Baines (1953) ===== consigue eliminar al nematodo de suelos tratados con D-D y Dibromuro de etileno, observando un mayor crecimiento en los árboles plantados después de los tratamientos, e indica que con Clopícrina al 2% y Disulfuro de Carbono al 10% los nematodos sobreviven.

Baines et al. (1957) en una serie de trabajos con Vapam ===== para controlar a T. semipenetrans y Phytophthora sp. ensayan nuevas formas de aplicación del producto, concluyendo que cuando el Vapam se inyecta al suelo o se añade al agua de riego no controla al nematodo ni al hongo, pero no ocurre lo mismo cuando el producto se entierra en vasijas metálicas con agua en el suelo; en un trabajo posterior los mismos autores estudian la efectividad del Mylone 85W, un fungicida y nematicida del suelo, sobre ambos patógenos, observando que los resultados dependen del nematodo de aplicación y de la cantidad de agua con la que se aplica el producto. Posteriormente Baines et al. (1962) ===== realizan una serie de ensayos aplicando diferentes fumigantes del suelo con objeto de estudiar los efectos nematicidas y fungicidas; todos los productos ensayados: Metil Bromuro a 7 U.S.gal/acre, Bromuro y Cloruro de Propargyl a 20 U.S.gal/acre, Telone a 40 U.S.gal/

acre y las mezclas de fumigantes, Bromuro de Propargyl-Telone, Trizone y Vorlex a 15, 16 y 20 U.S.gal/acre, respectivamente, inyectados a poco más de 1 mt. de profundidad, controlaron al T. semipenetrans, pero para obtener los mismos resultados sobre los hongos del suelo se requirieron dosis más altas de los productos.

Los estudios de aplicación del D-D prosiguieron y Baines ===== (1959) logra un control total del nematodo inyectando el producto a una dosis de 120-180 U.S.gal/acre, y señala que la aplicación de agua 7-14 días después del tratamiento y recubriendo la superficie del terreno tratado con cubiertas de polietileno, aumentan más el nivel de control alcanzado, que si el agua se añade inmediatamente después de la aplicación del fumigante, recalando por otra parte la importancia de la profundidad de inyección del nematicida; el mismo autor en 1962 observa un aumento de crecimiento de los limoneros plantados después de desinfectar el suelo con un tratamiento de D-D a 240 U.S.gal/acre, el cual también había controlado las poblaciones de T. semipenetrans. Sin embargo, Reynolds y O'Bannon (1963) aunque logran la casi ===== ===== erradicación del nematodo durante 3 años en experiencias de replantación en Arizona, con el tratamiento por inyección de D-D al suelo a las dosis de 425-850 lit/Ha, no observan diferencias significativas en el crecimiento de los árboles plantados en los

suelos tratados o no tratados en los 6 años siguientes al tratamiento.

Cohn et al. (1968) indican que los agrios plantados 12 meses después de la desinfección del suelo con DBCP y Bromuro de metilo experimentan un mayor crecimiento con el 2° tratamiento; este mismo autor en 1972 hace una revisión de los nematodos asociados al cultivo de los cítricos dando detalles de la biología y ecología de Radopholus similis y Tylenchulus semipenetrans, recogiendo los resultados de los tratamientos en pre- y postplantación realizados sobre este último, e indicando la efectividad de las aplicaciones de D-D, DBCP y Dibromuro de etileno, pero haciendo notar los efectos fitotóxicos de algunos de ellos. Bistline y O'Bannon (1972) reducen las poblaciones de T. semipenetrans inyectando a 45-60 cm. de profundidad en el suelo Bromuro de metilo y observando un aumento de crecimiento en las tres variedades de cítricos plantados después de la desinfección. Por último, O'Bannon y Tarjan (1973) informan que el control del nematodo se mantuvo durante 4 años en los suelos fumigados con D-D, Telone, PBC y EDB.

Los tratamientos en postplantación, es decir con el cultivo presente, comienzan a efectuarse al final de la década de los años

50, una vez que se había comprobado que las aplicaciones de DBCP no tenían efectos tóxicos sobre los cítricos; en 1958 Reynolds y O'Bannon en Arizona (E.E.U.U.) observaron que el control de T. semipenetans es efectivo con aplicaciones de DBCP (1,2-dibromo-3-cloropropano) conteniendo 8,6 libras de materia activa por galón de concentrado emulsionable a las dosis de 2, 3, 4, 5, y 10 gal/acre. En trabajos posteriores Reynolds y O'Bannon (1963,1963) informaban que el control de T. semipenetans se mantuvo durante 3 a 4 años después de la aplicación de DBCP en agua de riego haciendo notar el aumento de crecimiento de los árboles, así como el del tamaño del fruto que fué mayor cuando después del tratamiento con el DBCP el terreno fué recubierto; por otro lado, en un trabajo posterior sobre las mismas experiencias, estos autores observan que el tratamiento nematicida no afecta al hongo Fusarium.

Paralelamente a estos trabajos se realizan experiencias de desinfección directa de plantas y así Van Weede, Birchfield y Esser (1960) en Florida, obtienen la desinfección de plantas de limón rojo, librándolas de T. semipenetans, al sumergirlas en una solución de DBCP a la concentración de 42 m./galón de agua durante 5 minutos.

Los tratamientos con DBCP en cultivos de cítricos para el control de T. semipenetrans se empezaron a realizar en todos aquellos países donde existía el problema; La Secretaria del Ministerio de Agricultura de Rhodesia (1964) informa de los resultados obtenidos con la aplicación de Nemagón (DBCP) en suelos de cítricos infectados con el nematodo, señalando la falta de fitotoxicidad del producto hacia el cultivo y sugiriendo que la poca efectividad del mismo en algunas de las zonas estudiadas puede deberse a factores climáticos. Yokoo (1964) en Japón, Costantino (1963) en Italia, Philis (1969) en Chipre y Toungh (1969) en Taiwan informan de los estudios realizados en el control de T. semipenetrans en sus cultivos de cítricos observando la efectividad de los tratamientos con emulsiones de DBCP en el agua de riego y del mayor vigor y rendimiento de los árboles tratados. Scott (1965) estudia en los huertos del Sur de Israel la presencia del "nematodo de los cítricos" encontrándolo en el 84,95% de las muestras estudiadas y realiza tratamientos nematocidas con Hexanoditiolacetato, con efectos fitotóxicos, y Thionazina a 0,25%, con resultado ineficaz. Akhtar y Hussain (1968) citan la presencia de varias especies de nematodos en los cítricos enfermos del Oeste del Pakistán, señalando que los daños causados se deben solamente a T. semipenetrans y obtienen un control excelente del mismo cuando el DBCP se aplica a la dosis de 25,5-

67,5 lit/Ha, haciendo resaltar que aún a las dosis más bajas la eficacia del control se mantuvo durante 2 años. Perrota y Cáta-
ra (1969) indican la persistencia del nematocida en el suelo du-
rante 3 a 5 años después del tratamiento.

O'Bannon y Reynolds (1967) en un estudio de los tratamien-
tos químicos sobre T. semipenetrans y la respuesta de los agrios
durante 8 años, señalan que el tratamiento con DBCP a 56-37 lit/
Ha controla el 99% de las larvas del nematodo mejorando el rendi-
miento de los agrios de 30 años de edad y observando que el núme-
ro de nematodos supervivientes va aumentando poco a poco durante
los años siguientes al tratamiento para alcanzar a los 5 años un
nivel de población dañino, por lo que se requiere un nuevo trata-
miento. Carter (1969) observa que el porcentaje de mortalidad de
las larvas de T. semipenetrans después de 10 días de la aplica-
ción de DBCP a 5 U.S.gal/acre es del 85% para aumentar hasta el
99% a los 50 días. O'Bannon et al. (1969,1970) en Florida y Rey-
nolds en Arizona informan del aumento del rendimiento que experi-
mentan los cítricos tratados con emulsiones de DBCP al mismo tiem-
po que controlan eficazmente las poblaciones del nematodo; este
rendimiento alcanzó en Arizona un 10-12%/árbol/año.

Mukhopadhyaya et al. (1970) realizan tratamientos nematoci-

das con DBCP a 40 lit/Ha en los huertos de limoneros de Haryana, India, logrando un control de T. semipenetans del 97% y observando un 41% de aumento en el peso del fruto y un 11% en el tamaño del mismo. Este mismo autor en 1971 logra reducir hasta un 97,9 y 97,6% las poblaciones del nematodo en limón dulce tratándolos con DBCP y Mocap respectivamente, indicando que en el primer año no se observó ningún aumento del rendimiento de los árboles, pero si a los dos años, alcanzando respecto a los controles un 44,2% con el DBCP y un 39,9% con Mocap.

Chhabra y Bindra (1972) observan mejores resultados cuando
===== el DBCP se aplica a la dosis de 22,2 lit/Ha que a 11,1 lit/Ha; en un trabajo posterior los mismos autores tratando árboles de 18 años de Citrus en huertos de la India, con DBCP a 37,74 y 148 Kg/Ha indican que ambas dosis controlaron las larvas del nematodo después de un mes de la aplicación del producto, y a los adultos (hembras) después de 5 meses; así mismo indican que las poblaciones de T. semipenetans no aumentaron durante los 16 meses siguientes al tratamiento, aumentando los porcentajes de producción hasta un 200%.

Schlösser (1972) lleva a cabo un experimento para ensayar el
===== efecto del DBCP en forma de gránulos o concentrado emulsionable so

bre las poblaciones de T. semipenetrans y la producción de naranjas var. Valencia en un huerto de C. aurantium del Líbano, observando que las aplicaciones de 500 gr. (10% de principio activo) de gránulos o 135 ml. (75% producto activo) del concentrado por árbol, seguidas de riego, redujeron un año después las poblaciones del nematodo hasta un 66-75%, pero el rendimiento no se vió aumentado. Por otra parte, Tarjan y O'Bannon (1974) estudian en Florida el efecto de tres dosis de DBCP aplicadas de formas distintas en 11 huertos de Citrus de variedades y edades diferentes, infestadas con T. semipenetrans y creciendo en suelos distintos; por la comparación de los resultados se observó que con 38,1 Kg/Ha del producto se obtiene el mayor aumento en el tamaño del fruto (2,2%) y con 58,3 Kg/Ha el mayor aumento en el rendimiento (19,7%); con 77,3 Kg/Ha se obtuvo el mayor control del nematodo (84,2%) durante 1 a 3 años después del tratamiento pero también el más pequeño aumento en el tamaño del fruto (0,7%).

Natour, Allow y Katcho (1975) estudian en Iraq el tratamiento de árboles de 15 a 20 años de C. sinensis sobre pié C. aurantium con formulaciones emulsionables del 75% de DBCP aplicado al agua de riego a 66-88 Kg/Ha, observando un control excelente de T. semipenetrans y un aumento en el vigor y producción del fruto (106,6%) durante al menos 3 años después del tratamiento, hacien-

do resaltar que las aplicaciones durante la primavera dieron mejores resultados que las realizadas durante el otoño. Heald
====
(1974) indica que el tratamiento de C. paradisi sobre C. aurantium para controlar a T. semipenetrans con tres aplicaciones anuales de DBCP a 1,3 gal/acre son más efectivas que una sola aplicación trienal de 4 gal/acre. Por último, Smith (1975) observa el
====
control de T. semipenetrans en cítricos del Sur de Africa con DBCP a 58 Kg/Ha y Philis (1975) en Chipre logra el control del ne
=====
matodo con Nemagon y Fumazone a 1,5 a 4,5 li/Ha aplicado en riego, y observa un aumento de los rendimientos de los árboles de alrededor del 23% sobre un periodo de 4 años.

En España han trabajado en el Control Químico de T. semipenetrans Del Rivero y col. (1965) recomendando una serie de tratamientos
=====
previos a la replantación en terrenos anteriormente ocupados por cítricos, ya que atribuyen las dificultades que los nuevos plantones encuentran para desarrollarse a la presencia de T. semipenetrans y de varios hongos, sobre todo del género Phytophthora.

Ortuño-Martínez y col. (1966) estudian experimentalmente en
=====
la Huerta de Santomera (Murcia) la acción nematicida de la urea sobre T. semipenetrans e indican que esta especie parasita a casi

todas las plantaciones del género Citrus cultivadas en el Sureste español; la acción letal es evidente a la dosis ureica de 500 ppm., siendo su actividad nematicida del 100 por 100 al nivel de urea de 5000 ppm. Ortuño-Martínez y col. (1969) en un trabajo sobre la acción nematicida del DBCP, sobre las mismas poblaciones de nematodos citadas por estos autores en los trabajos anteriores, subrayan que las infestaciones de las especies de Citrus, por T. semipenetrans, son de un 92,8% en el Sureste español, haciendo un estudio de la sintomatología. En este trabajo se concluye que el DBCP a la dosis de 60 lit/Ha (71% P/P) es eficaz en el control de estas poblaciones.

Hemos visto que en los tratamientos en pre-plantación para el control de las poblaciones de T. semipenetrans en el suelo se utilizan fumigantes, y de entre ellos con el D-D (Dicloropropano-Dicloropropeno) y el Bromuro de etileno se han obtenido los mejores resultados. En los tratamientos de postplantación nos hemos ocupado casi exclusivamente de las aplicaciones de DBCP, producto de uso eminentemente nematicida; además de él se han utilizado, para el control de T. semipenetrans, otros productos organo-fosforados y carbamatos y por ser productos insecticida-nematicidas los trataremos en el apartado siguiente.

I.4.4.1. Acción de los insecticidas sobre T. semipenetrans

Los ensayos realizados con productos insecticidas y los éxitos alcanzados en varios cultivos han hecho que en los últimos años estos trabajos sea una línea de investigación dentro del campo de la protección vegetal. Los resultados satisfactorios que se obtienen al utilizar productos no exclusivamente nematocidas en la lucha contra las poblaciones de nematodos son un incentivo tanto para los investigadores como para los agricultores. En los cultivos perennes esto adquiere todavía más importancia por cuanto otros métodos habituales de control de nematodos fitoparásitos, como la rotación o la desinfección del suelo con fumigantes, no se puede realizar.

En el cultivo de cítricos y concretamente en la lucha contra las poblaciones de T. semipenetrans se han realizado tratamientos con algunos productos insecticidas y, aunque su aplicación no está generalizada, los resultados obtenidos indican la existencia de posibilidades al respecto.

Ya en 1958 Baines estudió las posibilidades de control del
===== T. semipenetrans junto con las de Phytophthora y un número de ma
las hierbas con Mylone (Dazomet), un plaguicida de aplicación al
suelo de amplio espectro de acción. En 1960 Van Weedt et al. en
=====

unos ensayos con Paratión y Diclofentión, lograron con este último el control total del T. semipenetrans sumergiendo plantas de limón en una solución del producto durante 5 minutos. Posteriormente Mukhopadhyaya (1970) logró una reducción del nematodo del
=====
80% aplicando este producto en un huerto de C. sinensis.

Cohn y Minz (1965) en Israel utilizaron granularmente y por
===== el método de aspersión, la Thionazina y el Diazinón, con resultados positivos; la Thionazina ha sido objeto de numerosos ensayos en el control de T. semipenetrans, sobre todo como método preventivo. O'Bannon (1969) logró un control efectivo del parásito su-
===== mergiendo las raíces de plantas de naranjo en una solución del producto a una concentración de 1.000 ppm. durante 30-60 minutos, sin observar efectos fitotóxicos en las plantas; por el contrario, Scotto la Massese (1965) no obtuvo la desinfección de las plantas
===== en soluciones del 0,25% durante 20 minutos. Al-Zahari (1971) uti-
===== liza este producto en forma de gránulos en huertos de naranjos establecidos, pero la reducción del nematodo sólo se produjo durante un período de tres meses.

O'Bannon (1969,1971) logró un control eficaz de plantas in-
===== festadas por T. semipenetrans y Radopholus similis, sin observar efectos fitotóxicos, al sumergirlas en soluciones de Fensulfotión

y Mocap a una concentración de 1000 ppm. durante 30-60 minutos; estudios posteriores utilizando en campo estos productos demostraron su eficacia a las dosis de 49,4 Kg/Ha y 22,2 lit/Ha respectivamente, realizados por Chhabra (1972) y Koliopanos (1974) en Grecia.

En 1970 Bindra en la India obtuvo resultados satisfactorios utilizando insecticidas sistémicos para controlar a T. semipene-trans, a la vez que se utilizaban contra la araña y la psila de los cítricos, observando que el Forato a 15-20 gr. de principio activo por árbol fué el más efectivo contra el nematodo, y recomienda la aplicación de Dimetoato a la dosis de 16 ml. por árbol para un control general de las tres plagas.

Dentro de la década de los años 70 hacen su aparición los carbamatos y de ellos los ensayados en el cultivo de cítricos: Aldicarbe, Carbofuran y Oxamyl, han dado resultados prometedores.

El Aldicarbe y Carbofuran fueron empleados por primera vez por Baines (1969) en unos ensayos comparativos con sustancias fosforadas y el DBCP como nematocida. Los resultados obtenidos con ambos, a las dosis de 40-50 lit/acre fueron positivos, siendo mayor el crecimiento experimentado por los agrios con estos produc

tos que con el resto de los ensayados. En 1974 Heald observó un
=====
aumento significativo del rendimiento de C. sinensis (Naranja dul-
ce) aún dos años después del tratamiento con Aldicarbe a 10-20
lib/acre.

Baines y Small (1974) obtuvieron un control del 84-91% de
===== =====
T. semipenetrans con aplicaciones de Oxamyl al suelo, lo que no
sucedió cuando las aplicaciones eran foliares; pero advierten de
la sospecha de que este producto se degrada en el suelo a sustan-
cias que pueden aumentar el número de nematodos en las raíces.
Por el contrario Timmer (1974) si logra fuertes reducciones de
=====
los nematodos de las raíces con aplicaciones foliares de 2,5 y
10 lib/acre de oxamyl, pero los resultados fueron irregulares,
Baines (1976) considera este producto como nematostático, inter-
=====
firiendo la maduración de las larvas del nematodo o protegiendo
las raíces del naranjo del ataque de áquel. Posteriormente Timmer
=====
(1977) indica que las aplicaciones foliares con 2,8 Kg/Ha de oxa-
myl reducen en un 90% las poblaciones de T. semipenetrans aumen-
tando el rendimiento de los árboles. Por otro lado, Tarjan (1976)
=====
observa que la aplicación de los nematicidas sistémicos; phenami-
phos y Oxamyl, al tronco de naranjos y limones de 20 años disminu-
yeron las poblaciones de T. semipenetrans en las raíces, indicán-
dolo como método rápido y útil.

I.4.4.2. Acción de los herbicidas sobre T. semipenetrans

De la acción de los herbicidas sobre los nematodos en cítricos hay una serie de trabajos que estudian la acción indirecta de los herbicidas al eliminar las malas hierbas y con ello impedir el desarrollo de las poblaciones de nematodos, fenómeno que ha sido estudiado casi exclusivamente en Radopholus similis; así Ford (1954) utiliza diferentes productos para el control de este nematodo; Simanton y Kretchman (1959) estudian la eliminación de plantas que sirven de huéspedes a R. similis con una mezcla de Chlorea y Diuron; Kretchman (1962) en el área de Florida ensaya diferentes herbicidas, Atrazina, Erbon, Fenuron, Monuron, Monuron-TCA, Simazina y otros que al eliminar con mayor o menor eficacia las malas hierbas, pueden controlar el desarrollo de R. similis; Hannon (1963) realiza diversos experimentos con herbicidas, en un intento de determinar la longevidad de R. similis frente a algunos productos químicos; Hanks et al. (1967) llevan a cabo un tratamiento análogo utilizando fumigantes y herbicidas; Davis (1965), también con respecto a R. similis, estudia la acción de herbicidas en los cítricos de Florida, en el intento de combatir especialmente Cyperus sp.; finalmente Scotto la Massese et al. (1973) observan la ausencia del Tylenchulus semipenetrans en parcelas tratadas con herbicida mientras que la infestación es grande en suelos trata-

dos con abono vegetal y trabajados mecanicamente.

En España se ha estudiado la acción de la urea como método de control sobre los nematodos, línea de investigación sobre la que han trabajado Ortuño et al. (1966), y Fernández (1975) en su ===== Tesis Doctoral indica las posibles consecuencias que la introducción de los herbicidas en el cultivo de cítricos podría tener sobre las poblaciones de nematodos en el suelo y raíces (incluidas las del T. semipenetrans), al eliminar las malas hierbas. En ensayos "in vitro" observa que los herbicidas: Atrazina, Bromacilo, Caragard, Simazina, Dalapon y DCPA no ejercen acción sobre los nematodos aún sometidos a dosis muy superiores a las empleadas normalmente; con Diuron y 2,4,5-T observa una ligera acción e indica que tanto los herbicidas de contacto como los de contacto y acción interna: Propanil, MSMA, Paraquat y Linuron son eficaces contra los nematodos ejerciendo una acción semejante a la del nematicida DBCP utilizado comparativamente, afectando tanto a los fitoparásitos como saprófagos y depredadores. La utilización en campo de los Herbicidas que en el laboratorio no habían tenido acción sobre los nematodos pero sí contra las malas hierbas le permitió observar que en el suelo tampoco tuvieron acción sobre estos organismos.

I.4.4.3. Nematicidas empleados en cítricos

Presentamos en este apartado los resultados de la revisión mundial de la bibliografía de los nematicidas que desde el año 1948 se han aplicado en cítricos para el control de T. semipene-trans, agrupándolos según su composición química, dando en primer lugar los nombres con que más comunmente son conocidos y a continuación los principales trabajos que hemos encontrado sobre ellos.

ORGANOHALOGENADOS

=====

1) ORGANOCOLORADOS:

DICLOROPROPENO: Baines, Klotz, DeWolfe, y Garber (1962);

=====

O'Bannon, Tarjan (1973).

=====

DICLOROPROPANO-DICLOROPROPENO (D-D): Couranjou (1948); Suit

=====

(1948); Baines (1950); Baines y Clarke (1952); Sleet (1952);

=====

Baines y Martín (1953); Baines, Martín y Foote (1956);

=====

Baines et al. (1959); Baines, Martín, DeWolfe, Boswell y

=====

Garber (1962); Reynolds y O'Bannon (1963); Mukhopadhyaya

=====

(1970); Cohn (1972); Ushiyama y Ogaki (1970); Rodhesia,

=====

Secretary for Agriculture (1972); O'Bannon y Tarjan (1973).

=====

Villiers et al. (1975)

=====

2) ORGANOBROMADOS:

BROMURO DE METILO: Baines, Klotz, DeWolfe y Garber (1962);

=====
Cohn et al. (1968); O'Bannon et al. (1969); Blistine y
=====
O'Bannon (1972); Bredell (1975); Villiers et al. (1975)
=====

DIBROMURO DE ETILENO (EDB): Suit (1948); Baines (1950); Baines

=====
y Martín (1953); Baines, Foote y Martín (1956); Baines y
=====
Martín (1957); Yokoo (1964); Marks, Castro y Thomason
=====
(1966); Ford (1970); Evans y Thomason (1971); Mukhopadhyaya
=====
(1970); Cohn (1972); Ushiyama y Ogaki (1970)
=====

DIBROMOCLOROPROPANO (DBCP): Reynolds y O'Bannon (1958); Van

=====
Gundy, Foote, Rackham y Rinkov (1960); Van Weedt, Birchfield
=====
y Esser (1960); O'Bannon y Reynolds (1962,1963); Mainz,
=====
Oren y Cohn (1961); Hannon (1964); Rodhesia, Ministry of
=====
Agriculture (1964); Yokoo (1964); Costantino (1963); Cohn y
=====
Minz (1965); Sauer (1966); O'Bannon y Reynolds (1967);
=====
Baines et al. (1965); Sauer (1968); Cohn et al. (1968);
=====
Toung (1969); Carter (1969); Cooper (1968); O'Bannon et al.
=====
(1969); Philis (1969); Reynolds (1969); Sauer (1969); Akhtar
=====
y Hussain (1968); Bindra et al. (1969); Mendet et al. (1969);
=====
Sharma et al. (1969); Mukhopadhyaya (1970); Perrota
=====
y Catara (1969); Mukhopadhyaya et al. (1971); Ortuño et al.
=====

(1969); Baines et al. (1969); Tarjan y O'Bannon (1970);
 =====
 Carter, Reynolds y Rodney (1971); Cohn (1972); Ushiyama y
 =====
 Ogaki (1970); Cyprus, Agricultural Research Institute
 =====
 (1970,1971); Al-Zahari, Schlosser (1971); Chhabra y Bindra
 =====
 (1972); Schlosser (1972); Rodhesia, Secretary for Agricul-
 =====
ture (1973); Kalyviotis-Gazalas y Koliopanos (1972); Tarjan
 =====
 y O'Bannon (1974); Bindra y Chhabra (1972); Gerini (1972);
 =====
 Heald (1972,1974,1974); Nakasono, Yamamoto, Okamoto y
 =====
 Ichinoe (1974); Reynolds, O'Bannon y Nigh (1974); Borazanci,
 =====
 Erturk y Arinc (1974); Natour, Allow y Katcho (1975); Koliopanos
 =====
 (1974); Lee Hans y Park (1975); Smith (1975); Vilar-
 =====
 debo, Jgalli, Devaux (1975); United States Department of
 =====
Agriculture (1975); Philis (1975); Timmer (1976,1977); Cohn
 =====
et al. (1975)

TIOCIANATOS y Otros derivados del azufre:

VAPAM: Baines, Small, DeWolfe, Martin y Stolzy (1957); Baines
 =====
 (1957); Hannon (1964); Bredell (1975)
 =====

VORLEX: Baines, Klotz, DeWolfe y Garber (1962)
 =====

DAZOMET: Baines, DeWolfe y Small (1958)
 =====

FOSFORADOS ORGANICOS

DIAZINON: Cohn y Minz (1965)

DIMETOATO: Bindra et al. (1970)

DISULFOTON: Al-Zahari y Schlosser (1971)

FENSULFOTHION: O'Bannon et al. (1969,1971); Al-Zahari y Schlosser
(1971); Chhabra y Bindra (1972); Heald (1972); Koliopanos
(1974); Elgindi et al. (1976)

MOCAP: O'Bannon et al. (1969,1971); Mukhopadhyaya et al. (1971);
Baines et al. (1969); Chhabra y Bindra (1972); Koliopanos
(1974); Vilardebo, Jqalli y Devaux (1975)

MOBILAW: Van Weedt, Birchfield y Esser (1960)

NEMACUR: O'Bannon et al. (1971); Cyprus, Agricultural Research
Institute (1971); Heald (1972); Borazanci, Erturk y Arinc
(1974); Vilardebo, Jqalli y Devaux (1975); Philis (1975);
Villiers et al. (1975); Tarjan (1976); Milne (1976)

PHORATO: Bindra et al. (1970)

VC-13: Van Weedt et al. (1960); Mukhopadhyaya (1970)

THIONAZINA: Hannon (1964); Cohn y Minz (1965); Scotto la Massese
(1965); O'Bannon et al. (1969,1971); Al-Zahari y Schloser
(1971); Kalyviotis-Gazelas y Koliopanos (1972)

CARBAMATOS

=====

ALDICARBE: Baines et al. (1969); Al-Zahari y Schlosser (1971);

=====

Heald (1972); Elgindi et al. (1976); Bredell (1975)

=====

CARBOFURAN: Baines (1971)

=====

OXAMYL: Radewald, Rosedale, Shibuya y Nelson (1973); Baines y

=====

Small (1974,1976); Timmer (1974); Elgindi et al. (1976);

=====

Tarjan (1976); Timmer (1977)

=====

Se han encontrado igualmente citas relativas a:

TEEPP-40: Van Weedt, Birchfield y Esser (1960)

=====

TRIZONE: Baines, Klotz, DeWolfe y Garber (1962)

=====

2,4-Diclorofenil-melanosulfonato: Baines, Small y Garber (1965)

=====

Hexano ditiolacetato: Scotto la Massese (1965)

=====

SOLVIREX: Al-Zahari y Schlosser (1971)

=====

NEOSAR: Koliopanos (1974)

=====

Zinc: Sharma et al. (1969)

=====

Urea: Sharma et al. (1969)

=====

II. MATERIAL Y METODOS

En este capítulo se consideran todos los métodos seguidos en nuestro trabajo. En primer lugar se da la técnica utilizada para el muestreo y los métodos de extracción de los nematodos en cada una de las fracciones suelo, peri-radicular y radicular, así como su estudio cuantitativo y cualitativo. Después el método de tinción de nematodos en raíces, utilizado para el estudio experimental de la especificidad de T. semipenetrans.

A continuación el sistema de trabajo seguido en el estudio de la nematofauna presentada por los plantones de agrios y suelo de viveros.

Posteriormente los métodos empleados en el laboratorio para el estudio de la acción de los Herbicidas e Insecticidas sobre los nematodos en suspensión y en el suelo.

Se citan brevemente los métodos seguidos en el estudio de las características del suelo empleado en nuestras experiencias y finalmente se dan las características principales de los Herbicidas e Insecticidas, cuya acción nematicida se ha estudiado, así como las del Nematicida utilizado comparativamente.

II.1. MUESTREO Y TECNICAS DE EXTRACCION Y ESTUDIO DE LOS NEMATODOS

En general se han utilizado las técnicas para el estudio de los nematodos de los cítricos que han sido puestas al día por Alvira (1974) y únicamente vamos a destacar a continuación aque-
=====
llos aspectos que consideramos de mayor interés para nuestro trabajo.

Muestreo y procesos previos a la extracción.- La toma de muestras de los naranjos o limoneros se realiza en la denominada "zona de goteo", situada a una distancia del tronco entre 1,20-2 m., y a una profundidad media de 20-30 cm., empleando para ello una azadilla y tomando unos 10 grs. de raíces secundarias, que se introducen en una bolsa de plástico con parte de la tierra circundante (1 Kg. aproximadamente), a fin de evitar la pérdida de humedad, y etiquetada convenientemente con un número que corresponde al del cuaderno de campo, se lleva al laboratorio en cajas de paredes aislantes.

Una vez en laboratorio el almacenaje se realizó en cámaras a una temperatura comprendida entre los 5 y los 10°C, temperatura que permite la conservación de los nematodos en estado de latencia.

Antes de la extracción las muestras sufren una preparación previa, que consiste en una homogeneización del suelo y en el paso de una fracción del mismo a través de un tamiz de malla de 2 mm., para eliminar la grava; a continuación se toman 100 gr. de suelo que se dejan en agua en una cápsula de porcelana durante un tiempo mínimo de 15 minutos, actuando del mismo modo con la raíz, para pasar a continuación a la extracción de los nematodos.

Extracción.- Hemos utilizado el método de centrifugación tal como lo describió De Grisse (1969), puesto que un estudio comparativo de este método con el corrientemente usado del "Elutriator" de Seinhorst (1962), realizado por Alvira (1974), ha llevado ===== a la conclusión de que el método de centrifugación da unos resultados más satisfactorios para el estudio de los nematodos de los cítricos. A continuación presentamos en tres pasos diferentes los procesos seguidos para la extracción de la fracción suelo, periradicular y radicular.

Para la extracción de la fracción suelo se agita la cápsula de porcelana que contiene los 100 grs. de muestra de tierra, a fin de conseguir, tras la sedimentación de la arena, una suspensión del limo, arcilla y fibras vegetales, suspensión que se vier

te en un recipiente de decantación (bocal) de unos 4 litros de capacidad; esta operación se realiza varias veces, hasta lograr que en la cápsula de porcelana el agua quede transparente, lo que indicará que sólo queda la fracción arena que puede eliminarse; los bocales se llenan con agua hasta el borde y se dejan en reposo un tiempo mínimo de 2 horas, en que se habrán sedimentado los nematodos y la arcilla, y habrán subido a la superficie las fibras vegetales, que se quitan fácilmente con agua a presión; a continuación se introducen en los bocales unos sifones de filtración provistos de un tamiz de 28 μ para eliminar parte del limo que está en suspensión; la porción que queda sin decantar, que contiene los nematodos y la arcilla, se agita bien y se vierte en un vaso de precipitado de 1 litro de capacidad, que al cabo de 2 horas de reposo, eliminadas las posibles partículas vegetales flotantes, se filtra de nuevo hasta conseguir un volumen total de unos 200 ml.; este volumen se agita para que quede bien homogeneizado, y se vierte de modo uniforme en los 4 tubos de la centrífuga, que se pone en funcionamiento a F.RC = 1800 xg. durante 4 minutos, al cabo de los cuales los tubos se decantan sobre un tamiz de 20 μ para eliminar el agua; al residuo que queda en los tubos se añade una solución de azúcar (700 ml. de agua- 300 mg. de azúcar), se mezcla bien con un agitador, y se somete de nuevo a la centrífuga

a las mismas revoluciones que la vez anterior durante un tiempo aproximado de 1 minuto; se decantan suavemente los tubos sobre un tamiz de malla de 10 u, tamiz que se lava repetidas veces con agua a presión para eliminar todo el azúcar; de esta forma quedan retenidos en el tamiz los nematodos y en algún caso restos de fibras vegetales, que pueden separarse con pinzas; finalmente, se lava el tamiz inclinándolo sobre una placa Petri, donde se recogen los nematodos y quedan aptos para su estudio cuantitativo.

Para la extracción de la raíz por centrifugación, a fin de separar la fracción peri-radicular, una vez que las raíces han estado en agua en la cápsula de porcelana durante un tiempo mínimo de 15 minutos, se lavan con agua a presión para separarlas de los nematodos que puedan encontrarse en su parte externa y de las partículas de tierra que puedan llevar adheridas, recogiendo el líquido resultante, que constituye la fracción peri-radicular, en un vaso de precipitado de 1 litro de capacidad; una vez lavada la raíz, se conserva dentro de la cápsula, con agua, durante 1 ó 2 días para que sus tejidos se reblandezcan.

La extracción de la fracción peri-radicular se realiza de la misma forma que la fracción suelo, con la diferencia que la reducción del contenido del vaso de precipitado debe hacerse hasta los

100 cc., volumen que se reparte en dos tubos de la centrífuga; asimismo, puesto que la cantidad de limo es mucho menor, el tiempo de la primera centrifugación se reduce a 3 minutos.

Para la extracción de la fracción radicular, una vez realizado un exámen detallado de la raíz, ésta se corta sobre el vaso de una batidora en trozos de unos 2 cm. de longitud, añadiendo 2 cucharaditas de caolín para que retenga las fibras vegetales; el agua de la cápsula de porcelana en que estaba la raíz se filtra por un tamiz de 10 u, y este líquido se vierte en el vaso de la batidora, triturando durante 1 ó 2 minutos, y pasando a continuación el contenido a los 4 tubos de la centrífuga; posteriormente se repiten los mismos procesos que en la fracción suelo.

Estudio cuantitativo.- El recuento se realiza en placas Petri de fondo plano, (divididas con lápiz graso rojo en 2 ó 4 partes cuando la cantidad de nematodos a observar es muy grande), bajo un microscopio estereoscópico a 40 aumentos, y con la ayuda de un contador de mano múltiple. Paralelamente se van aislando por medio de un pincel aquellos nematodos que podrían tener algún interés o dificultad en su determinación, y se depositan en un pocillo con agua destilada, de la que se sacarán en el momento de su fijación y montaje. El número de nematodos se expresó en Kg. de suelo y

10 gr. de raíz.

Para T. semipenetrans el número total se expresó en larvas, y se obtuvo en unos casos sumando las larvas encontradas en suelo y raíz, y en otros, se eligió el número de larvas resultantes de la transformación de las hembras de la raíz en larvas si éste era superior al anterior. Para la transformación de las hembras en larvas, se multiplican aquellas por 25, número de larvas que según Alvira (1974), corresponde a cada hembra. Para la raíz cuando el número de larvas resultantes de la transformación de las hembras era el elegido, por ser superior al número de larvas en raíz, se dividió este por 2, puesto que las hembras por sus características biológicas son representativas de la fracción suelo y raíz de la muestra.

Estudio cualitativo.- Para efectuar la determinación de los nematodos, estos se fijan y montan según los métodos de De Grisse (1969) pasando a continuación al estudio con un microscopio Reichert con contraste de fase incorporado. Las observaciones se realizan de 400 a 1.200 aumentos. Cuando ha sido necesario se ha utilizado la inmersión y contraste de fases. Esto ha hecho posible estudiar las características morfológicas de los nematodos, lo que nos permite su determinación a nivel de género, utilizando

para ello los libros clásicos en nematología de Thorne (1961) y
=====
~~Goodey~~ (1963).
=====

II.2. METODO DE TINCION DE NEMATODOS EN RAICES DE PLANTAS

En las experiencias de especificidad, para comprobar si las larvas de T. semipenetrans se han fijado en las raices de las plantas estudiadas, completando así su ciclo vital, las raices, una vez separadas del resto de la planta, se sometieron a un proceso de tinción con objeto de visualizar mejor los nematodos y poder fotografiarlos.

El método seguido fué descrito por Hooper (1970) sobre
=====
tinción de nematodos en tejidos vegetales con azul de algodón o fucsina ácida en lactofenol. Para la tinción de los ejemplares de Tylenchulus semipenetrans fijados en las raices, se utilizó lactofenol conteniendo 0,05-0,1% del colorante fucsina ácida; las raices de las plantas, una vez lavadas cuidadosamente para quitar los restos de suelo adheridos, se cortaron en trozos de alrededor de 2 cm. de largo y se introdujeron en lactofenol coloreado hirviendo y colocado en un vaso profundo, ya que al introducir el material se produce espuma. La ebullición se continúa durante tres minutos, pasados los cuales se retira el material ya teñido, y des

pués de lavarlo con agua para retirar el exceso de colorante, se sumerge en lactofenol puro contenido en una placa Petri. Pasados 2 ó 3 días, las raíces teñidas se observan bajo un microscopio estereoscópico permaneciendo sumergidas en nuevo lactofenol puro. Los nematodos se visualizan en rojo, mientras que el tejido vegetal permanece sin teñir. Así mismo se hicieron fotografías de los nematodos, mediante el microscopio estereoscópico Reichert.

II.3. ESTUDIO DE LA NEMATOFAUNA EN SUELO Y PLANTONES DE VIVEROS DE AGRIOS

Se visitaron viveros de agrios (Mapa 1) (Fotografías 3 y 4), recogiendo en cada uno de ellos los plantones de todas las variedades de que disponían, transportándolos al laboratorio. Con objeto de que las raíces no se sequen, los viveros venden siempre los plantones con cepellón (suelo de alrededor de las raíces), envolviéndolos con tela de saco, plástico o paja, (Fotografía 5). Una vez en el laboratorio se separa cuidadosamente el suelo de las raíces (Fotografía 6); del suelo desmenuzado y homogeneizado se toman 100 grs. para la extracción de los nematodos según el método de De Grisse (1969), como con las raíces, de las cuales se realizó la extracción a partir de todas las que poseían los plantones. Posteriormente se realiza el estudio cuantitativo y cualitativo de los géneros de nematodos presentes.



Mapa 1.- Localización de los Viveros de agrios oficialmente autorizados



Fotog. 3 y 4.- Plantones de agrios creciendo en un vivero



Fotog. 5.- Plantones de agrios



Fotog. 6.- Suelo y raíces de los plantones dispuestos para ser analizados

II.4. METODOS DE ESTUDIO DE LA ACCION DE LOS HERBICIDAS E INSECTICIDAS SOBRE LOS NEMATODOS

Se estudia la acción nematicida de los Herbicidas e Insecti-
cidas primero sobre los nematodos en suspensión, según las indica-
ciones generales de McBeth y Bergeson (1953), Welle (1964) y Feld-
=====
messer (1972), y luego sobre los nematodos en el suelo de macetas,
=====
considerando el método de Oostenbrick (1954).
=====

Los ensayos se dirigieron principalmente para conocer la ac-
ción de los productos hacia las larvas del nematodo de los cítri-
cos, T. semipenetrans Cobb, 1913; en algunos ensayos se ha estu-
diado también la reacción presentada por otros géneros de nemato-
dos presentes ante los distintos tratamientos realizados.

Estudio de la acción de los Herbicidas e Insecticidas sobre los nematodos en suspensión

Se eligieron en campo focos de gran infestación; la extrac-
ción se realizó a partir de grandes cantidades de suelo, aproxima-
damente 1 Kg., pero en general de acuerdo con el número de nemato-
dos necesarios, siguiendo para el estudio cuantitativo en el labo-
ratorio los métodos ya indicados. Para eliminar la gran cantidad
de fibras vegetales y otras partículas que hubieran podido pasar

en la última filtración, se pasa el resultado a ésta por un tamiz de 50 u de luz de malla, puesto previamente sobre un disco metálico recubierto por un disco de celulosa y apoyado sobre tres soportes en una placa Petri con agua; a fin de que los nematodos por ser lucífagos y debido a su movimiento, pasen desde el tamiz a la placa Petri, mientras que las fibras vegetales, partículas extrañas y nematodos muertos quedan retenidos en el tamiz, se dejan en reposo durante toda la noche. Después de este período se retira el tamiz con el disco metálico, y el contenido de la placa Petri se pasa a una copa graduada de vidrio, donde también se deja reposar, para luego eliminar la mayor parte del agua, concentrado el extracto de nematodos, que quedan de este modo dispuestos para ser distribuidos en los pocillos de vidrio e iniciar el bioensayo con los productos cuya acción se quiere estudiar.

A continuación, bajo un microscopio estereoscópico se elimina con una pipeta fina la mayor cantidad posible de agua de los pocillos, para inmediatamente en cada uno de ellos verter la disolución, preparada de antemano, del producto en estudio, a una dosis determinada. Desde el momento de la aplicación de la disolución herbicida o insecticida, bajo el microscopio estereoscópico se siguen los movimientos de las larvas de T. semipenetrans, y si su muerte no es inmediata, se tapan los pocillos con un cubre de vi-

drio impregnado de vaselina, con objeto de impedir la evaporación, y se introducen en una estufa mantenida a 24°C, de la que se sacan a intervalos regulares para su observación. Cuando se ha producido el 100% de mortalidad de las larvas de T. semipenetrans, dando por terminado el ensayo, se recogen los ejemplares de otros nematodos vivos y muertos, haciendo preparaciones que posteriormente se determinan al microscopio óptico al objeto de conocer la relación de los géneros presentes. La duración de las experiencias fué, en el caso de la aplicación de Herbicidas de 30 días y en el de Insecticidas de 72 horas.

Con el fin de determinar la eficacia del producto empleado, desde el comienzo de cada ensayo se dispone de uno o varios pocillos testigo, pocillos de los que no se ha eliminado el agua en que estaban contenidos los nematodos, y en los que por otro lado no había ningún tipo de producto químico. Así mismo, a fin de comparar la acción nematicida de los distintos productos, se colocaron en todos los experimentos pocillos que fueron tratados con un nematicida, el DBCP.

Preparación de las disoluciones de los productos

Las disoluciones herbicidas e insecticidas se hicieron atendiendo a las dosis recomendadas para su aplicación en campo. En

cuanto a los Herbicidas se calcularon las partes por millón equivalentes a los Kg. o litros de cada producto que se aplican en un volumen de agua de riego; una vez calculadas las ppm. se hace la disolución acuosa del producto correspondiente y se añaden 2 ml. de la misma a los pocillos que contienen los nematodos.

Las disoluciones insecticidas se prepararon teniendo en cuenta su aplicación en campo y por ello, en un principio se utilizaron dosis al 0,1 y 0,2%. Posteriormente, una vez vistos los resultados obtenidos con estas dosis, se aumentaron las mismas hasta 10 veces. En el caso de insecticidas de aplicación a la parte aérea de la planta, las dosis ensayadas sobre los nematodos fueron la 1/10 parte de la aconsejada para su utilización en campo. En todos los casos la cantidad de disolución insecticida añadida a los pocillos fué de 2 ml., como en los ensayos con herbicidas.

La disolución utilizada del nematicida también se calculó a partir de las dosis aconsejadas para emplear en campo, y la cantidad añadida a los pocillos fué de 2 ml.

Estudio de la acción de los Herbicidas e Insecticidas sobre los nematodos en el suelo

Los ensayos realizados "in vitro" de la acción de los Herbi

cidas e Insecticidas elegidos, nos permite escoger aquellos que han tenido una acción nematicida positiva, para continuar el estudio de esta acción sobre los nematodos en el suelo.

Las experiencias se realizaron en laboratorio; el suelo, de textura arcillosa, se recogió en grandes cantidades de un huerto de limoneros de Benejusa (Alicante), del que se conocía la fuerte infestación. Los ensayos se hicieron con macetas de plástico de 6,5 cm. de diámetro y 9 cm. de altura, poniendo en cada una de ellas la misma cantidad de suelo, 100 grs. Después de ello las macetas se etiquetan, con el nombre y dosis del producto que va a ser ensayado.

Las formas de tratamiento se realizan según el producto; en el caso de los herbicidas se preparan de antemano las disoluciones o emulsiones en las proporciones calculadas según las dosis mínima y máxima aconsejadas para su aplicación en campo; Una vez preparadas, se añaden 20 ml. a sus macetas correspondientes, habiéndose comprobado que esta cantidad mojaba a todo el suelo contenido en la maceta.

En cuanto a los productos insecticidas, las dosis ensayadas se calcularon a partir de la dosis máxima aconsejada para su apli

cación en campo y según la superficie de la maceta; en el caso de los insecticidas presentados de forma líquida, las disoluciones se prepararon como con los herbicidas y se añadieron 20 ml. a la maceta correspondiente; cuando los insecticidas se presentan en forma sólida, y por ser poco solubles en agua, las cantidades de producto calculadas se mezclaron con los 100 grs. de suelo que, una vez colocados en la maceta, se riega con 20 ml. de agua destilada.

Para comprobar y comparar los resultados todas las experiencias se acompañaron de macetas con suelo tratado con un nematocida a la dosis máxima aconsejada para emplear en campo, añadiendo también 20 ml. de la disolución preparada, y otras macetas se dispusieron con suelo sin tratar, regándolas solamente con 20 ml. de agua destilada, y utilizándolas como macetas Testigo.

Una vez realizados los tratamientos correspondientes, todas las macetas se tapan inmediatamente, mediante un plástico ajustado por una goma, y se trasladan a una estufa mantenida a 24°C, donde permanecen durante el tiempo que dura la experiencia (8 y 15 días). Pasado el mismo, se retiran las macetas y se realiza la extracción de los nematodos de cada una de ellas, por el método de centrifugación ya descrito. Posteriormente los nematodos, colo

cados en placas Petri con agua, se observan bajo un microscopio diferenciando las larvas de T. semipenetrans que están muertas de las vivas, ya que estas conservan sus movimientos normales y las muertas aparecen tiesas e inmóviles. Se recuentan todas y cada una de ellas para conocer el porcentaje de mortalidad, (aunque en algunos casos en que el número de larvas vivas era muy elevado no se recontaron).

Al porcentaje de mortalidad calculado para cada producto y dosis del mismo se resta el obtenido de la misma forma en la maceta Testigo, resultando así el porcentaje de mortalidad final.

Cuando la acción de los productos no es letal a las larvas, no se recuenta el número de ellas limitándose a la observación y descripción de su estado.

II.5. OTRAS TECNICAS EMPLEADAS

Incluimos en este apartado las técnicas utilizadas para la determinación de las características del suelo; a) Cálculo del pH, muestras del suelo ya tamizado (10 grs.) se disuelven en 20 c.c. de agua destilada y se valoran con un peachímetro Coleman; b) Cálculo de la textura, que se realiza según las técnicas de Bouyoucos
=====

{1962); y c) Cálculo de la materia orgánica, con 2 grs. de suelo, según el método de Anne (1945).

====

II.6. CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS E INSECTICIDAS EMPLEADOS

Se indican a continuación las características generales de cada producto químico empleado: nombre químico, nombres comunes, formulación comercial empleada, propiedades fisico-químicas, toxicidad, así como su modo de acción, presentación y dosis recomendada del preparado comercial.

Para la elaboración de este apartado nos hemos basado en las siguientes obras: Ashton et al. (1973), Detroux et al. (1967),
=====
"Pesticide Dictionary" de Farm Chemicals (1976) y "Pesticide Chemistry" editado por Tahori (1972).

Los productos herbicidas los hemos ordenado en tres grupos, herbicidas considerados como de contacto, de acción interna, o de contacto y acción interna. Respecto a los insecticidas, los hemos dividido, según su composición química, en Clorados, Organofosforados y Carbamatos. Debemos indicar que las dosis empleadas en todas las experiencias, son las correspondientes al producto comercial. En un tercer apartado se describe el nematocida empleado.

I. HERBICIDAS:

=====

A. DE CONTACTO: MSMA

B. DE ACCION INTERNA: DALAPON

BROMACILO

DIURON

MCPA

C. DE CONTACTO Y

ACCION INTERNA: LINURON

PARAQUAT

II. INSECTICIDAS:

=====

A. CLORADOS: ALDRIN

HEPTACLORO

B. ORGANOFOSFORADOS: FENTION

DIAZINON

C. CARBAMATO: CARBOFURAN

III. NEMATICIDA:

=====

ORGANOBROMADO: DBCP (NEMAGON)

I. HERBICIDAS

A. DE CONTACTO:

MSMA

====

Nombre químico: Monosodio metil arsenato

Nombre común: Ansar

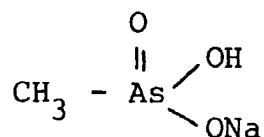
Formulación comercial empleada: DACONATE (NEXANA)

Propiedades fisico-químicas: Sólido cristalino blanco; punto de fusión 132-139°C; solubilidad en agua a 25°C, 25,4% W/W a elevadas temperaturas, soluble en etanol pero prácticamente insoluble en otros disolventes orgánicos; dañino si se traga.

Toxicidad: DL50 aguda en rata es de 700 mg/Kg de peso vivo

Modo de acción: Herbicida selectivo de postemergencia, empleado en cultivos industriales y zonas no cultivados tales como, acequias, cunetas, caminos, vías férreas, patios industriales, etc. Empleado en huertos de agrios, se evitará mojar las hojas de los árboles, haciendo los tratamientos con tiempo seco y temperaturas superiores a 20°C, se considera herbicida de contacto.

Presentación y dosis del preparado comercial: Forma líquida. Daconate contiene 34,66% de MSMA con un surfactante. Dosis: 4-5 l/Ha



B. DE ACCION INTERNA:

DALAPON

=====

Nombre químico: 2,2 Dicloro propionato sódico

Nombre común: Dowpon, Gramevin, Radapon

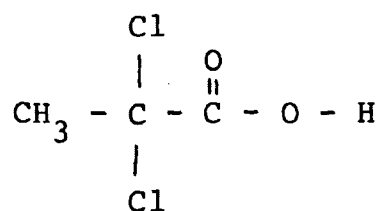
Formulación comercial empleada: GRAMEVIN (SHELL)

Propiedades fisico-químicas: polvo blanco; punto de fusión 193°C; muy soluble en agua, 57 gr/100 c.c. a 20°C, y en numerosos disolventes orgánicos; muy higroscópico, se hidroliza facilmente (24-28 h.) en soluciones acuosas. No volátil.

Toxicidad: aguda oral DL50 de la sal de sodio en rata es de 7570 mg/Kg.

Modo de acción: Herbicida selectivo, sistémico o de acción interna, penetra a través de las hojas de las malas hierbas, siendo después transportado por la savia a todos los órganos de la planta: la absorción foliar del principio activo es rapidísima y ocurre en las 24 horas después de la aplicación, mientras que su traslocación es muy lenta, no pudiéndose apreciar efectos claros en las hierbas hasta 10-15 días después de la aplicación. La absorción por las raíces suele ocurrir en suelos arenosos y cuando la aplicación se ha hecho sobre un suelo seco, viniendo a continuación fuertes aguaceros. Como su nombre indica, es específico para combatir la grama, siendo el otoño la estación ideal para combatirla, pues en los períodos muy calientes y secos, se destruye rápidamente la parte aérea, pero las raíces pueden permanecer vivas; los resultados son pobres sobre hierbas demasiado jóvenes, así como al tratarlas durante su reposo vegetativo, siendo a veces conveniente activar la vegetación con un riego, corto, o incluso repartiendo nitrato.

Presentación y dosis del preparado comercial: El Gravemin se presenta en forma de polvo soluble en agua con un contenido del 85% en peso de Dalapón (equivalente ácido=74%). Dosis: 10-15 Kg/Ha (1 y 5% en agua respectivamente), siendo suficiente para las gramíneas 3-4 Kg/Ha.



BROMACILO

=====

Nombre químico: 5-Bromo-3-sec-butil-metil uracilo

Nombres comunes: Bromacil, H 976, Hyvar X

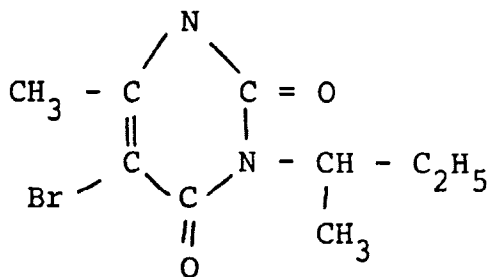
Formulación comercial empleada: HERBICRUZ HYVAR X (CRUZ VERDE)

Propiedades fisico-químicas: polvo blanco; punto de fusión 158-159°C; solubilidad en agua 815 ppm. a 20°C, moderadamente soluble en acetona, escasamente en hidrocarburos, fuerte en bases acuosas, acetonitrilo y etilalcohol.

Toxicidad: la DL50 aguda oral en rata es de 5.200 mg/Kg de peso vivo.

Modo de acción: herbicida absorbido principalmente a través de las raíces de las plantas, actúa inhibiendo la función clorofílica e impidiendo por tanto la síntesis de azúcares; de manera análoga a los derivados de la urea y triazinas; sus efectos aparecen con lentitud, progresando durante varias semanas y destruyendo no sólo las partes aéreas, sino también los órganos subterráneos de las hierbas anuales y perennes; posee también acción de contacto al ser absorbido directamente por las hojas, lo que se incrementa con la adición de un mojante; para que su acción por vía radicular sea efectiva, es indispensable una lluvia o riego 1-2 semanas después del tratamiento, pues con el agua, al mismo tiempo que el herbicida profundiza en el suelo, se estimula la aparición de las hierbas, impidiendo así el desarrollo de los órganos subterráneos vivaces.

Presentación y dosis del preparado comercial: HYVAR X es un polvo mojable que contiene un 80% de bromacil y el resto de humectantes adherentes. Dosis de empleo en agrios: 5-8 Kg/Ha.



DIURON

=====

Nombre químico: 3-(3,4-Diclorofenil)-1,1-dimetilurea

Nombres comunes: DCMV, diclorofenidín, di-on, DMU, dirón, diurex, Karmex, Vondurón.

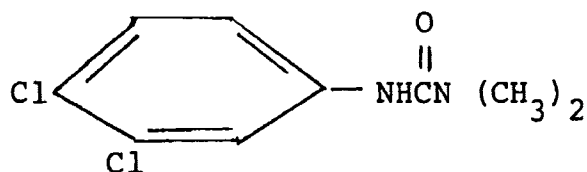
Formulación comercial empleada: HERBICRUZ KARMEX (CRUZ VERDE).

Propiedades fisico-químicas: Cristales blancos; punto de fusión 158-159°C; solubilidad en agua a 25°C sólo 42 ppm., y muy pequeña en hidrocarburos.

Toxicidad: la DL50 aguda en rata es de 3.400 mg/Kg. de peso vivo.

Modo de acción: Herbicida total y selectivo, muy empleado en cultivo de cítricos; inhibe la fotosíntesis haciendo perder a la planta la facultad de asimilar el CO₂ y de elaborar los glúcidos, con lo que el vegetal en estas condiciones, sólo respira, y muere literalmente de hambre; siendo su principal vía de penetración el sistema radical, inhibe una vez dentro, la división celular, y bloquea la absorción de nitratos; su persistencia en suelos ligeros es menor y se prefiere sobre monurón en suelo ligero y en áreas con muchas lluvias.

Presentación y dosis del preparado comercial: Karmex se formula en polvo mojable conteniendo 80% de Diurón. Dosis: 2-4 Kg/Ha.



C. DE CONTACTO Y ACCION INTERNA:

LINURON

=====

Nombre químico: 3-(3,4-Diclorofenil)-1-metoxi-1-metilurea

Nombres comunes: Afalón, Herbicida Dupont 326, HOE 2810, Linurex, Lorox, Metoxidiurón.

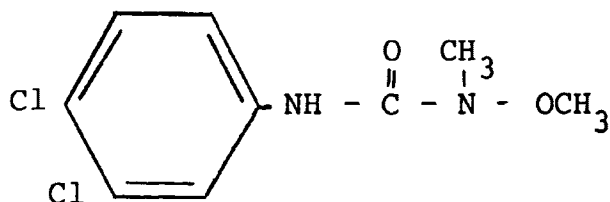
Formulación comercial empleada: LINURON 50 (CRUZ VERDE)

Propiedades fisico-químicas: sólido cristalino; punto de fusión 93-94°C, solubilidad en agua 75 ppm. a 25°C, escasa solubilidad en alifáticos y moderada en los disolventes aromáticos más comunes.

Toxicidad: La DL50 aproximada en rata es de 1.500-4.000 mg/Kg.

Modo de acción: Herbicida de absorción radicular por excelencia; al igual que los derivados de triazinas y uracilos, unas lluvias importantes después de su aplicación pueden disminuir su selectividad al arrastrar el producto a las zonas de las raíces de la planta cultivada; absorción foliar asimismo enérgica, pues la penetración por las hojas se queda localizada y no extendiéndose apenas más allá del punto de contacto, su acción recuerda un poco la de los herbicidas de contacto, por lo que se destruye sólo las hierbas anuales muy jóvenes, siendo necesario mojar bien toda la parte aérea de las mismas.

Presentación y dosis del preparado comercial: Linuron Cruz Verde se presenta en polvo mojable al 50% de riqueza. Dosis: 2-4 Kg/Ha.



MCPA
====

Nombre químico: 4-cloro-2-metilfenoxiacético

Nombres comunes: Agroxone, Chiptox, M 40, Rhomene, Rhonox, Zelan.

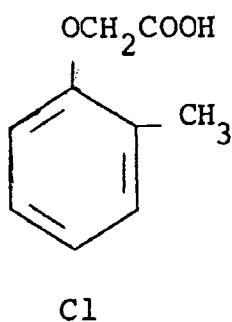
Formulación comercial empleada: AGROXONE (ZELTIA)

Propiedades fisico-químicas: sólido cristalino blanco; punto de fusión 118-119°C; elevada solubilidad en agua, a temperatura ambiente 825 ppm.

Toxicidad: Aguda oral DL50 en rata es de 700-800 mg/Kg.

Modo de acción: Herbicida hormonal de traslocación; siendo un compuesto muy próximo al 2,4-D su acción es más suave y también más duradera, siendo mejor soportado por los cereales sensibles, como la avena, y por el lino y las leguminosas. Es también más rápidamente absorbido por las plantas, y así una lluvia ocurrida poco después del tratamiento tiene menos influencia sobre su eficacia.

Presentación y dosis del preparado comercial: Agroxone se presenta en polvos para dar con agua con un contenido del 53,5% de sales de MCPA; equivalente ácido = 40%. Dosis de empleo: 1,5-3 lit/Ha.



PARAQUAT

=====

Nombre químico: 1,1-dimetil-4,4, ión bipiridilo

Nombre comunes: Dextrone X, Preeglone, Weedol

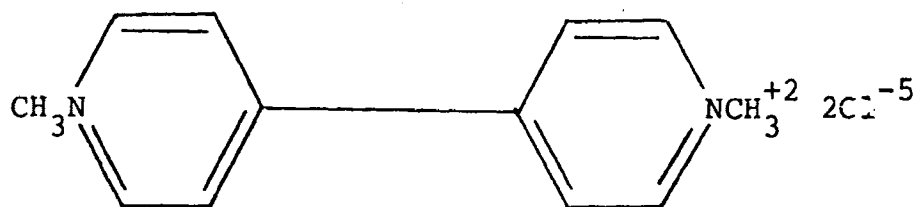
Formulación comercial empleada: GRAMOXONE (ZELTIA)

Propiedades fisico-químicas: cristales blancos delicuescentes; punto de fusión 175-180°C; se solubiliza bien en agua, escasamente en otros alcoholes, insoluble en hidrocarburos. Fuertemente adsorbido e inactivado por las partículas del suelo; no volátil ni explosivo, ni inflamable.

Toxicidad: la DL50 oral en rata es de 150 mg/Kg. de peso vivo

Modo de acción: Paraquat por sí mismo no tiene acción sobre los vegetales; pero en el curso de un proceso fisiológico complejo, ligado a la fotosíntesis, puede ser transformado en un derivado fuertemente fitotóxico. Cuando la aplicación se realiza en la obscuridad se difunde en la planta llevado por la savia, pero no actúa sobre los tejidos vegetales, si posteriormente el vegetal se pone a la luz, la transformación se produce rápidamente y la planta muere. Cuando el vegetal tratado está vivamente iluminado no se difunde por la planta, pero los resultados son espectaculares y rápidos. Ausencia completa de acción residual.

Presentación y dosis del preparado comercial: Gramoxone es un líquido castaño, de olor ligero no desagradable; no volátil; miscible en agua en todas proporciones. Contiene 200 gr. por litro de Paraquat en forma de dicloruro en solución acuosa. Dosis de empleo: 4-6 lit/Ha.



II. INSECTICIDAS

A. CLORADOS:

ALDRIN

=====

Nombre químico: Hexacloro-hexahidro-endoexodimetanonafthaleno, con no menos del 95% de riqueza

Nombres comunes: Aldrine, HHDN, Aldrosol. Drinox, Octalene, Seedrin

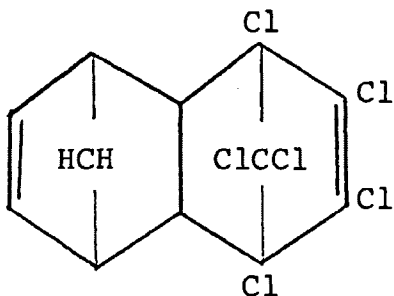
Formulación comercial empleada: Suelosana emulsionable ALDRIN (MEDEM)

Propiedades fisico-químicas: cristales blancos con ligero olor resinoso; insoluble en agua y soluble en petróleo, acetona y otros solventes orgánicos; escasamente en alcoholes.

Toxicidad: Aguda oral DL50 en rata aproximada es de 55 mg/Kg. El mayor peligro es la absorción por la piel, en rata de 98-> 200 mg/Kg.

Modo de acción: Insecticida de contacto, ingestión y fumigante. Se usa principalmente para el control de insectos del suelo y desinfección del mismo, usándolo en forma líquida, en espolvoreo, en forma granular o bien unido al super fosfato de cal. No debe usarse en cultivos de plantas, raíces, tubérculos o bulbos. Al añadirlo al suelo, el Aldrín pasa a Dieldrín y Heptacloro, lo que acentúa su toxicidad, ya de suyo alta. Autorizado hasta 1976 en platanera, tomate, alfalfa.

Presentación y dosis del preparado comercial: Se presenta en forma líquida conteniendo un 38% de Aldrín. Dosis de empleo: se calcula teniendo en cuenta su contenido en materia activa y la cantidad de la misma que es necesaria repartir por Ha, que debe oscilar entre 2,5 y 4 Kg.



HEPTACLORO

=====

Nombre químico: Heptaclorotetrahydroendometanoindano

Nombres comunes: Heptacloro, Dimox, H-34, Heptamul

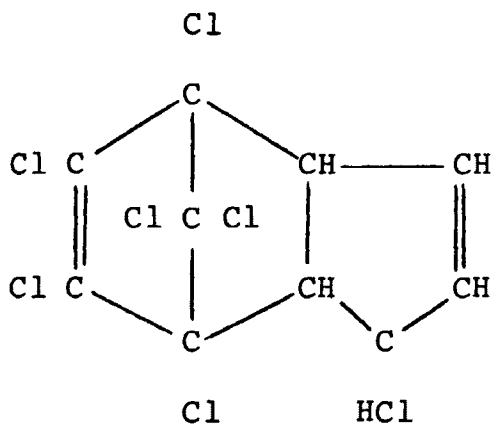
Formulación comercial empleada: Cordinol emulsionable (ZELTIA)

Propiedades fisico-químicas: sólido con punto de fusión 95-96°C; prácticamente insoluble en agua, rápidamente en la mayoría de los solventes orgánicos.

Toxicidad: aguda oral DL50 en rata: 40-80 mg/Kg de peso vivo

Modo de acción: Actúa por ingestión, contacto e inhalación. Es muy eficaz en la lucha contra los insectos subterráneos (gusanos blancos, alambrillo, etc.) aplicándolo sobre suelo desnudo. Puede también emplearse en el tratamiento de semillas de cereales, excepto maíz, y de los bulbos de flores.

Presentación y dosis del preparado comercial: líquido emulsionable que contiene 255 gr/lit. de Heptacloro. Dosis de empleo: se aplica pulverizando el suelo a 0,75-1 lit/Ha.



B. FOSFORADOS ORGANICOS:

FENTION

=====

Nombre químico: 0,0-dimetil 0-(3-metil-4-(metiltio)fenil) fosforo-
tiodato

Nombres comunes: Bay 294293, Entex, Lebaycid, Tiguvon, Baytex,
Mercaptofos

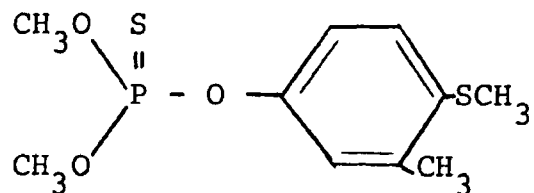
Formulación comercial empleada: LEBAYCID 40 PM (BAYER)

Propiedades fisico-químicas: líquido aceitoso de amarillo a roji-
zo; gravedad específica: 1,245 a 20°/20°C. Prácticamen-
te insoluble en agua (54-56 mg/lit.), soluble en la ma-
yoría de los solventes orgánicos. Se hidroliza

Toxicidad: aguda oral DL50 en rata: 250-300 mg/Kg de peso vivo

Modo de acción: Actúa por ingestión y contacto. Su sustancia acti-
va posee un buen efecto inicial y una acción persisten-
te relativamente larga en combinación con una notable
acción en profundidad. Dotado de amplio espectro de ac-
ción es muy eficaz contra la Mosca de la fruta y del
olivo, chinche de los cereales y barrenadores del arroz.

Presentación y dosis del preparado comercial: Lebaycid se presenta
en forma de polvo mojable con un 40% de Fention. Dosis
de empleo: 0,15-0,25 (150-250 gr/100 lit. de agua).



DIAZINON

=====

Nombre químico: 0,0-Dietil 0-(2-isopropil-4-metil-6-pirimidil) fosforotiodato

Nombres comunes: Basudín, Diazajet, Diazide, Diazol, Dazzed, Gardentox, Spectracide, Sarolex, G-244 80

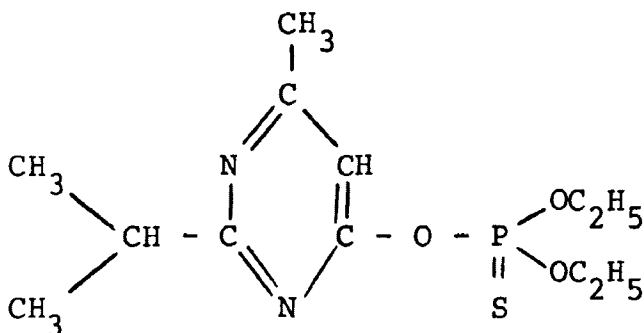
Formulación comercial empleada: Basudin 10 granulado (CIBA-GEIGY)

Propiedades fisico-químicas: en estado puro es un líquido incoloro, conteniendo alrededor del 95% de materia activa en su forma técnica, que es de color pardo más o menos claro. Escasamente soluble en agua, más estable en los medios alcalinos ligeros que en los neutros y ácidos. En presencia de trazas de agua se produce en el almacenaje una hidrólisis de la que resulta el tetraetil monotiopirofosfato, cuerpo altamente venenoso.

Toxicidad: aguda oral DL50 en rata (técnico): 300-400 mg/Kg de peso vivo

Modo de acción: Actúa por ingestión, contacto e inhalación y aunque no tiene una destacada acción en profundidad, penetra lo suficiente en los tejidos vegetales para poder emplearlo en el tratamiento de los insectos minadores de las hojas. También es acaricida. Posee un amplio espectro de acción, utilizándose para controlar además de insectos, miriápodos y nematodos.

Presentación y dosis del preparado comercial: Basudín 10 se presenta en forma de gránulos que contienen 9% de Diazinón.
Dosis de empleo: 20-45 Kg/Ha



C. CARBAMATOS:

CARBOFURAN

=====

Nombre químico: 2,3-Dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranilmetilcarbamato

Nombres comunes: Nia 10242, Bay 70142, Ent 27164, Furadan

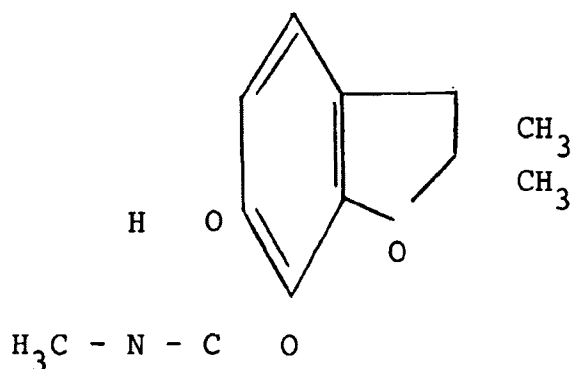
Formulación comercial empleada: CURATERR (BAYER)

Propiedades fisico-químicas: cristales sólidos, inodoros y blancos; punto de fusión 150-152°C=Gravedad específica 1,180 a 20°/20°C. Presión de vapor 2x10 mm de Hg. a 33°C. Solubilidad en agua 700 ppm a 25°C

Toxicidad: aguda oral DL50 en rata es de 11 mg/Kg de peso vivo

Modo de acción: es un insecticida -nematicida del suelo que actúa por contacto y además, debido a su propiedad sistémica radicular también actúa por ingestión contra la mayoría de los insectos de la parte aérea. Penetra y se difunde bien en el suelo y posee una acción residual suficientemente prolongada para proteger las plantas durante la totalidad de sus primeros estados de desarrollo. Se utiliza en numerosos cultivos.

Presentación y dosis del preparado comercial: Curaterr se presenta en forma de gránulos con una riqueza del 5% de Carbofuran. Dosis de empleo: 8-12 Kg/Ha.



III. NEMATICIDAS

DBCP

====

Nombre químico: 1,2-Dibromo-3-cloropropano

Nombres comunes: Nemagón, Fumazone, Nemaforme, BBC 12

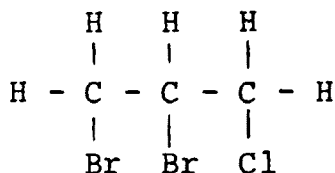
Formulación comercial empleada: Nemagón 75% V/V (SHELL, S.A.)

Propiedades fisico-químicas: a la temperatura de 20°C es un líquido de color entre amarillo y ámbar, de olor ligeramente acre, densidad 2,06; hierve a 195°C y cristaliza a los 5°C; muy poco soluble en agua (0,1%), muy soluble en disolventes orgánicos.

Toxicidad: aguda oral DL50 en rata es de 173 mg/Kg.

Modo de acción: fumigante del suelo para el control de nematodos, actúa por contacto y penetrando por los orificios naturales. Se usa en variedad de cultivos, algunos de los cuales poseen tolerancia suficiente para que la aplicación pueda hacerse alrededor de las raíces. Se puede aplicar al plantar, antes o después, según la tolerancia del cultivo.

Presentación y dosis del preparado comercial: Nemagón 75% V/V es un concentrado emulsionable. Dosis de empleo, variable, 40-60 lit/Ha.



III. RESULTADOS

III.1. REVISION DE LA DISTRIBUCION DEL

T. semipenetrans EN ESPAÑA

En este capítulo hacemos una revisión de la distribución del T. semipenetrans en nuestro país, para lo cual se han considerado dos apartados. En un primer apartado (A) se estudian de nuevo todas aquellas localidades y variedades de cítricos que, habiéndose analizado en trabajos anteriores por otros autores, dieron resultados negativos de la presencia del T. semipenetrans, o no se encontró al nematodo a pesar de haberse estudiado muestras de cítricos, y que fueron recogidos por Alvira (1974) en ===== una puesta al día sobre el nematodo en nuestro país. El estudio de estas muestras y de otras tomadas en nuevas localidades, que constituyen un segundo apartado (B), nos darán un conocimiento más profundo de las características biogeográficas del T. semipenetrans.

La presencia del T. semipenetrans se estudió a partir de muestras de suelo y raíz; los nematodos fueron extraídos por el método de centrifugación De Grisse (1969), al mismo tiempo que ===== las raíces fueron minuciosamente estudiadas bajo un microscopio estereoscópico para comprobar la presencia de hembras en ellas.

En los cuadros siguientes se exponen las muestras estudiadas y los resultados obtenidos, dando en primer lugar la localidad de la muestra, a continuación la variedad estudiada y la pre

sencia positiva o negativa del T. semipenetrans; por último el resultado del análisis nematológico, en los casos en que se haya realizado, en primer lugar la abundancia de T. semipenetrans mediante dos cifras, indicando la primera el número total de individuos por Kg. de suelo, la segunda, entre paréntesis, la cantidad de hembras en las raíces; en la última columna los distintos géneros de nematodos encontrados y el número de individuos por Kg. de suelo. Para mayor facilidad los nombres de los géneros se han abreviado del modo siguiente: Aphelenchus (Aph.); Boleodorus (Bol.); Criconemoides (Cric.); Ditylenchus (Dity.); Dorylaimido (Doryl.); Helicotylenchus (Helic.); Mononchus (Mon.); Paratylenchus (Paraty.); Pratylenchus (Praty.); Discolaimus (Disc.); Alaimus (Al.); Tylenchus (Tyl.); Tylenchorhynchus (Tylench.); Rhabditido (Rhab.); Heterodera (Heter.); Xiphinema (Xiph.); Hoplolaimus (Hop.); Criconemella (Cricon.); Criconema (Cricone.); Cacopaurus (Cacop.).

A) Resultados del análisis de las muestras de las localidades y variedades donde T. semipenetrans no se había encontrado, según Alvira (1974).

=====

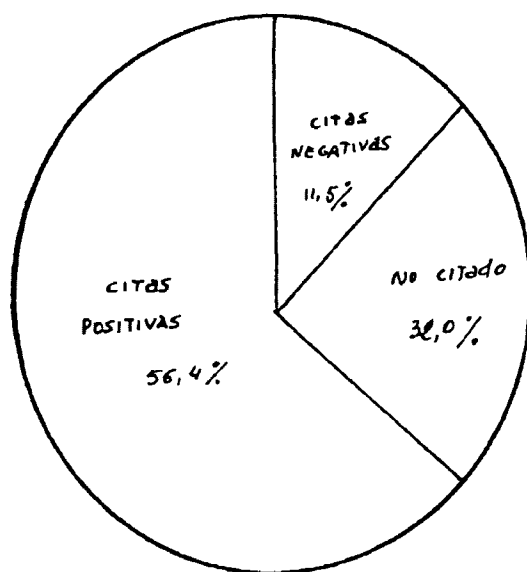
Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
ALICANTE =====			
<u>Crevillente</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck	Positiva 542 (100)	<u>Paraty.20;Xip.30;</u> <u>Rhab.1100.</u>
BADAJOZ =====			
<u>Hornachos</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck	Positiva 2840 (124)	<u>Paraty.30;Cric.130;</u> <u>Helic.20;Tylench.110.</u>
MADRID =====			
(capital)	<u>C.aurantium</u> L.	Positiva	
MALAGA =====			
<u>Cómpeta</u>	<u>C.limón</u> Burm.	Positiva	

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
<u>Churriana</u>	<u>C.limón</u> Burm.	Positiva 890 (1650)	
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck</u>	Positiva 1198 (6500)	
<u>Pizarra</u>	<u>C.limón</u> Burm.	Positiva 982 (4)	<u>Cric.</u> 210; <u>Helic.</u> 20.
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.</u>	Positiva 210 (18)	<u>Cric.</u> 100; <u>Bol.</u> 10.
<u>Cártama</u>	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.</u>	Positiva	
<u>Algarrobo</u> (La Mayora)	<u>C.limón</u> Burm.var. eureka	Positiva	
"	<u>C.limón</u> Burm.var. mesero	Positiva	
"	<u>C.paradisi</u> Macf.	Positiva	
"	<u>C.reticulata</u> Blanco var. clementino	Positiva	
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.var.</u> salustiana	Positiva	
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.var.</u> W.navel	Positiva	
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.var.</u> cadenera	Positiva	

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
MURCIA =====			
<u>Alcantarilla</u>	<u>C.limón</u>	Positiva	
<u>El Algar</u>	<u>C.limón</u> <u>Burm.</u>	Positiva 21860 (2168)	
SEVILLA =====			
<u>Marchena</u>	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 2958 (26)	<u>Xiph.</u> 50; <u>Paraty.</u> 900.
<u>Paradas</u>	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 1382 (182)	<u>Xiph.</u> 1700.
"	<u>C.limón</u> <u>Burm.</u>	Positiva 2606 (348)	<u>Doryl.</u> 120.
"	<u>C.reticulata</u> <u>Blanco</u>	Positiva 602 (18)	
"	<u>C.reticulata</u> <u>Blanco var.</u> <u>clementino</u>	Positiva 1808 (110)	<u>Rhab.</u> 40; <u>Doryl.</u> 120; <u>Aph.</u> 30.
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.</u>	Positiva	
<u>El Arahal</u>	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 23 (13)	
"	<u>C.limón</u> <u>Burm.</u>	Positiva 40 (24)	
"	<u>C.reticulata</u> <u>Blanco</u>	Positiva 128 (18)	
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.var.</u> <u>W.navel</u>	Positiva 26 (18)	

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
VALENCIA =====			
<u>Carcagente</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck.	Positiva 20648 (1728)	<u>Tylench.</u> 50; <u>Aph.</u> 20.
<u>Riola</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck.	Positiva 6494 (192)	<u>Bol.</u> 500.
<u>Rocafort</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck.	Positiva 8516 (424)	<u>Tyl.</u> 20; <u>Bol.</u> 70.
<u>Valencia</u> (capital)	<u>C.sinensis</u> Osbeck.	Positiva 6710 (1216)	<u>Paraty.</u> 300; <u>Cric.</u> 80; <u>Tyl.</u> 20; <u>Cricone.</u> 14.
TARRAGONA =====			
<u>Alcanar</u>	<u>C.aurantium</u> L.var.borde	Positiva	

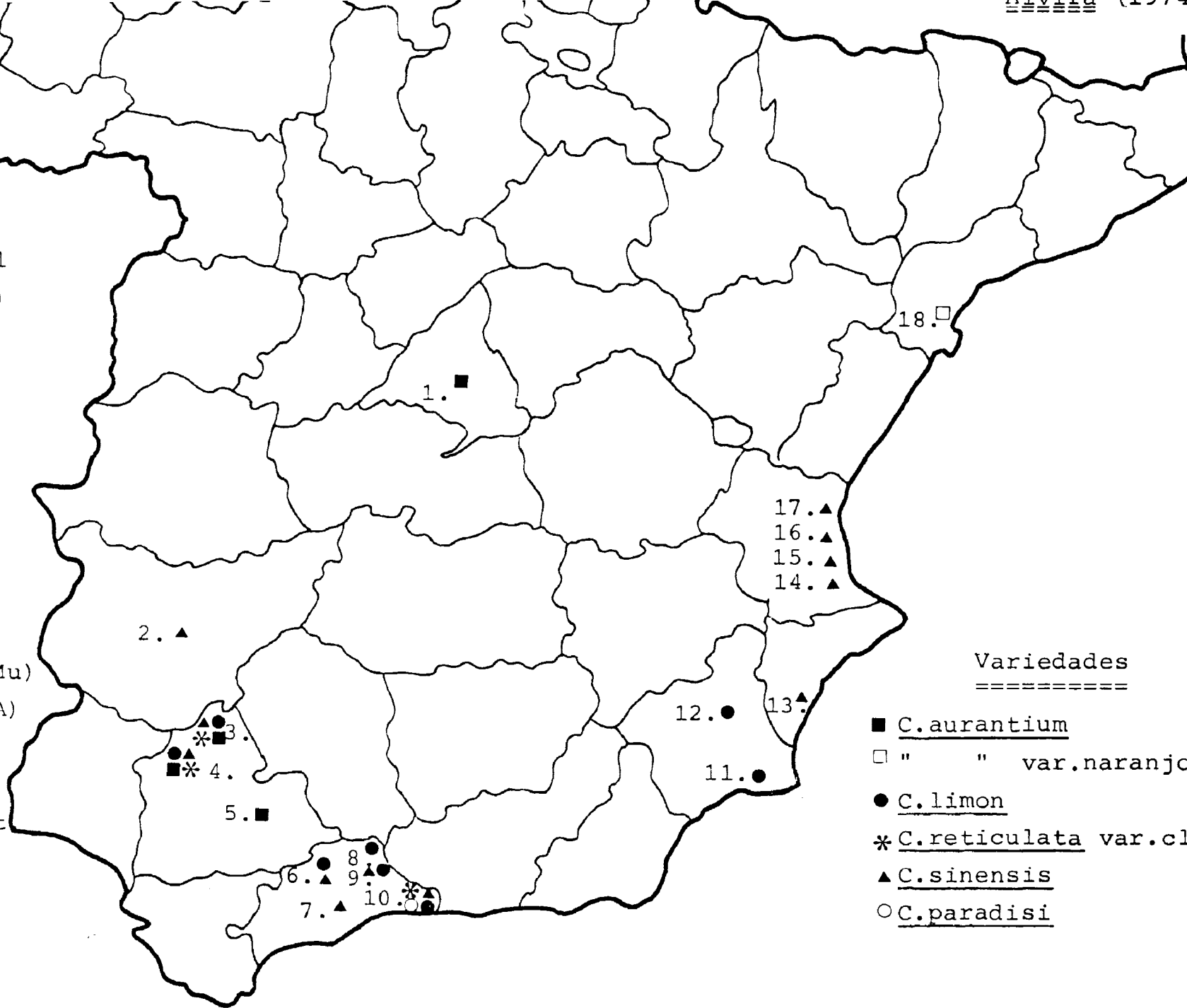
Según la revisión de Alvira (1974), en la que se reunen 78
=====
citas de análisis de muestras de cítricos, T. semipenetrans se
había encontrado en 44 de ellas (56,4%) y de las 34 citas restan-
tes (43,5%), 9 (11,5%) correspondían a citas negativas y 25
(32,1%) a citas donde el nematodo no se había encontrado a pesar
de haberse estudiado muestras de cítricos, (esquema 1).



En nuestro estudio, de 29 de las 34 citas señaladas, hemos encontrado siempre positiva la presencia de T. semipenetrans (ma-
pa 2). No fueron estudiadas las localidades de San Juan de la
Rambla y Conde de Siete Fuentes (Tenerife), el Coto de Doñana
(Huelva), Villafranca de los Barros (Badajoz) y Alcanar (Tarrago-
na); en esta última localidad la especie de cítrico no estudiada
y que había sido señalada como negativa era Poncirus trifoliata,

Localidades
=====

1. Madrid capital
2. Hornachos (Ba)
3. El Arahál (S)
4. Paradas (S)
5. Marchena (S)
6. Pizarra (Ma)
7. Cártama (Ma)
8. Cómputa (Ma)
9. Churriana (Ma)
10. La Mayora (Ma)
11. El Algar (Mu)
12. Alcantarilla (Mu)
13. Crevillente (A)
14. Riola (V)
15. Carcagente (V)
16. Valencia capit
17. Rocafort (V)
18. Alcanar (T)



Variedades
=====

- C. aurantium
- " " var. naranjo
- C. limon
- * C. reticulata var. cl
- ▲ C. sinensis
- C. paradisi

especie resistente al ataque del nematodo. Por otra parte en las citas correspondientes a la provincia de Sevilla junto al estudio de las variedades de la localidad de Paradas señaladas como negativas, hemos estudiado varias de El Arahál, localidad muy próxima a la anterior; esto se ha realizado porque según José M^a López Pedregal in litt., recolector de las primeras, existía la duda sobre la verdadera procedencia de las muestras, lo cual nos hizo decidir el estudio de ambas localidades, encontrando siempre positiva la presencia del T. semipenetrans.

De las 18 localidades donde hemos muestreado, 7 se habían citado encontrando al T. semipenetrans en otras variedades de cítricos distintas a las que se ocupa este estudio, las 11 restantes las citamos por primera vez en España encontrando al nematodo sobre las siguientes variedades:

<u>Madrid capital:</u>	<u>C.aurantium</u> L.
<u>Paradas</u> (Sevilla):	<u>C.aurantium</u> L.
	<u>C.limón</u> Burm.
	<u>C.reticulata</u> Blanco
	<u>C.reticulata</u> Blanco var.clementino
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Crevillente</u> (Alicante):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.

<u>Hornachos</u> (Badajoz):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Cártama</u> (Málaga):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Pizarra</u> (Málaga):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>El Algar</u> (Murcia):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>Carcagente</u> (Valencia):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Riola</u> (Valencia):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Rocafort</u> (Valencia):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
<u>Alcanar</u> (Tarragona):	<u>C.aurantium</u> L.var.naranjo borde.

B) Este apartado corresponde al análisis de muestras tomadas en nuevas localidades o en variedades no analizadas de localidades ya estudiadas, ampliando en seis nuevas provincias el estudio de la presencia de T. semipenetrans.

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
ALICANTE =====			
<u>Crevillente</u>	<u>C.aurantium</u> L.	Positiva	
<u>Benejuzá</u>	<u>C.limon</u> Burm.	Positiva	
AVILA =====			
<u>S. Pedro de Alcántara</u>	Naranjo	Negativa	<u>Paraty.20</u> ; <u>Xiph.1060</u> ; <u>Cric.180</u> ; <u>Tyl.30</u> ; <u>Hop.70</u> ; <u>Helic.20</u> .
<u>El Llano de Candeleda</u>	Naranjo	Negativa	<u>Cric.30</u> ; <u>Helic.10</u> ; <u>Heter.100</u> y 30 quistes. Sin raíz.
"	<u>Citrus</u> sp.	Positiva 4340 (1482)	<u>Cric.200</u> ; <u>Tyl.70</u> ; <u>Doryl.150</u> ; <u>Rhab.100</u> .
"	Naranjo	Positiva 1958 (186)	<u>Cric.150</u> ; <u>Tyl.10</u> .
"	Naranjo	Positiva	<u>Xiph.150</u> ; <u>Cric.400</u> ; <u>Helic.250</u> .
<u>Lanzahita</u>	<u>C.limon</u> Burm.	Positiva 132 (24)	<u>Cric.20</u> ; <u>Tyl.30</u> ; <u>Tylench.100</u> .

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
BADAJOZ =====			
<u>S. Pedro de Mérida</u>	Naranjo	Positiva 160 (32)	<u>Praty.</u> 50; <u>Paraty.</u> 10; <u>Cacop.</u> 10 hem.
"	Naranjo	Positiva 1560 (594)	<u>Paraty.</u> 50; <u>Xiph.</u> 50.
<u>Hornachos</u>	Naranjo	Negativa	<u>Cacop.</u> 1170; <u>Tylench.</u> 80; <u>Dity.</u> 30.
"	Naranjo	Negativa	<u>Tyl.</u> 250; <u>Cacop.</u> 30 y 18 hem.; <u>Tylench.</u> 30.
"	Naranjo	Negativa	<u>Helic.</u> 50; <u>Tyl.</u> 50; <u>Cacop.</u> 30 y 28 hem.
"	Naranjo	Negativa	<u>Tyl.</u> 10; <u>Roty.</u> 50; <u>Cacop.</u> 56 hem.
"	Naranjo	Positiva 2426 (10)	<u>Paraty.</u> 10; <u>Tylench.</u> 20; <u>Cacop.</u> 2 hem.
CORDOBA =====			
<u>Bujalance</u>	<u>C.limon Burm.</u>	Positiva 90	<u>Mon.</u> 100; <u>Doryl.</u> 70; <u>Rhab.</u> 250.

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
CACERES =====			
<u>Villamecías</u>	Naranjo	Negativa	
<u>Puerto de Santa Cruz</u>	Naranjo	Negativa	
<u>Saraicejo</u>	Naranjo	Negativa	
GRANADA =====			
<u>Pinos del Valle</u>	<u>C.limon Burm.</u>	Positiva 304 (3)	
"	<u>Olea euro- paea L.</u>	Negativa	
MALAGA =====			
<u>Cártama</u>	<u>C.limon Burm.</u>	Positiva 12852 (64)	<u>Aph.156; Rhab.1104; Doryl.20.</u>
MURCIA =====			
<u>El Puntal</u>	<u>C.limon Burm.</u>	Positiva 7880 (46)	

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
PONTEVEDRA =====			
<u>Moaña</u>	<u>C.limon</u> <u>Burm.</u>	Positiva 4000 (314)	
<u>Nigrán</u>	<u>C.limon</u> <u>Burm.</u>	Negativa	<u>Xiph.20;Cric.20;Helic.</u> <u>50;Doryl.200;Al.50;</u> <u>Rhab.650;Cricon.290.</u>
"	<u>C.aurantium</u>	Negativa	<u>Xiph.404;Cric.70;Mon.</u> <u>50;Doryl.152;Al.100;</u> <u>Rhab.360;Cricon.350;</u> <u>Hemic.10;Aph.10.</u>
SALAMANCA =====			
<u>Saucelle</u>	<u>C.limon</u> <u>Burm.</u>	Negativa	<u>Praty.50;Xiph.52;Cric.</u> <u>152;Helic.2826;Rhab.</u> <u>60;Cricone.50;Disc.2.</u>
"	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 9680 (1352)	<u>Paraty.60;Helic.7016;</u> <u>Cricon.180.</u>
"	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 4422 (1218)	<u>Paraty.10;Cric.20;Rhab.</u> <u>30;Helic.352;Tylench.</u> <u>300.</u>
"	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 2694 (1146)	<u>Helic.34;Doryl.250;</u> <u>Cricon.30.</u>
"	<u>C.aurantium</u> <u>L.</u>	Positiva 2294 (360)	<u>Cric.370;Helic.100;</u> <u>Aph.4;Cricon.300;</u> <u>Doryl.6;Rhab.90.</u>

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
SEVILLA =====			
<u>Paradas</u>	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var. navelate	Positiva 70 (60)	<u>Doryl.20</u> ; <u>Rhab.20.</u>
"	<u>C.sinensis</u> var.cadenera sin hueso	Positiva 626 (86)	<u>Aph.20</u> ; <u>Rhab.20</u> ; <u>Doryl.80.</u>
"	<u>C.sinensis</u> var.sucreña	Positiva 2074(184)	<u>Tylench.100</u> ; <u>Paraty.50</u> ; <u>Xiph.100</u> ; <u>Cric.150.</u>
"	<u>C.aurantifolia</u> Swingle (Lima)	Positiva 3678(426)	<u>Paraty.100</u> ; <u>Xiph.30</u> ; <u>Cric.20</u> ; <u>Tylench.100</u> ; <u>Doryl.100.</u>
"	<u>C.sinensis</u> var.cadenera con hueso	Positiva 10332(502)	<u>Xiph.50</u> ; <u>Bol.450.</u>
"	<u>C.sinensis</u> var.doble fina	Positiva 3608(250)	<u>Xiph.100.</u>
"	<u>C.paradisi</u> Macf.(Pomelo)	Positiva 4584(100)	
<u>Alcalá de</u> <u>Guadaira</u>	<u>C.aurantium</u> L.	Positiva 1738(80)	

Localidad	Variedad	Presencia <u>T.semtrans.</u>	Otros nematodos
TARRAGONA =====			
Cherta	<u>C.sinensis</u> var.W.navel	Positiva 58(sin raíz)	<u>Cricon.120;Paraty.</u> <u>70;Heter.5</u> quistes.
"	<u>C.sinensis</u> <u>Osbeck.</u>	Positiva 30(sin raíz)	<u>Cric.10;Helic.150;</u> <u>Heter.10;Cricon.70.</u>
TENERIFE =====			
S. Juan de La Rambla	<u>C.sinensis</u> var.W.navel	Negativa	
TOLEDO =====			
El Romeral	<u>Vitis vinifera</u> L.	Negativa	<u>Paraty.20;Xiph.350.</u>
"	"	Negativa	<u>Paraty.40;Xiph.390.</u>

Se han estudiado un total de 41 muestras de cítricos, 2 de vid (Vitis vinífera) y 1 de olivo (Olea europea), en nuevas localidades de provincias que habían sido o no estudiadas, (mapa 3) o en nuevas variedades de localidades ya estudiadas. La presencia de T. semipenentrans se observó en 28 variedades de cítricos (63,6%), resultando negativas las 13 restantes así como las de vid de la provincia de Toledo y olivo de la provincia de Granada.

Las 6 provincias donde se estudió por primera vez la presencia de T. semipenentrans son: Avila, Salamanca, Pontevedra, Cáceres, Cordoba y Toledo. De todas ellas únicamente en Cáceres y Toledo no se observó nunca la presencia del nematodo, si bien en esta última provincia las muestras estudiadas fueron de vid.

Los resultados obtenidos nos permiten citar por primera vez, en España, la presencia del nematodo en 14 localidades y en las variedades siguientes:

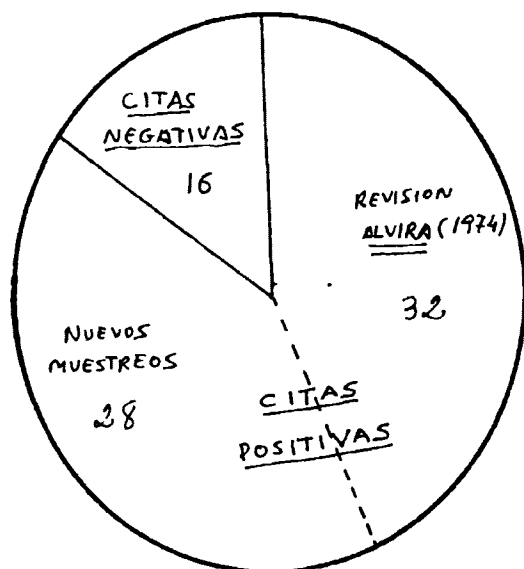
<u>Crevillente</u> (Alicante):	<u>C.aurantium</u> L.
<u>Benejuzá</u> (Alicante):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>El Llano de Candeleda</u> (Avila):	<u>Citrus</u> sp.
<u>Lanzahíta</u> (Avila):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>S. Pedro de Mérida</u> (Badajoz):	Naranja



<u>Bujalance</u> (Córdoba):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>Pinos del Valle</u> (Granada):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>Cártama</u> (Málaga):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>El Puntal</u> (Murcia):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>Moaña</u> (Pontevedra):	<u>C.limon</u> Burm.
<u>Saucelle</u> (Salamanca):	<u>C.aurantium</u> L.
<u>Paradas</u> (Sevilla):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.navelate
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.cadenera sin hueso
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.sucreña
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.cadenera con hueso
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.doble fina
	<u>C.aurantifolia</u> Swingle.
	<u>C.paradisi</u> Macf.
<u>Alcalá de Guadaira</u> (Sevilla):	<u>C.aurantium</u> L.
<u>Cherta</u> (Tarragona):	<u>C.sinensis</u> Osbeck.
	<u>C.sinensis</u> Osbeck.var.Washington navel

En resumen podemos decir, que del total de 76 muestras estudiadas por nosotros, 60 fueron positivas (78,9%) encontrando al T. semipenetrans, y 16 fueron negativas (21,0%) (esquema 2). Las citas positivas se dividen según sean de nuevos muestreos (28) o

referentes a la revisión de Alvira (1974) (32), y suponen citar
=====
al T. semipenetrans en 22 nuevas localidades de nuestro país
(mapa 4).



A continuación damos la distribución actual del T. semipenetrans en nuestro país por variedades y localidades; los números entre paréntesis corresponden al autor o autores de las citas y que damos al final:

1. C.aurantifolia Swing.:

Churriana y La Mayora (Ma) (1)

Paradas (S) (6)

2. C.aurantium L.:

El Arahal (S) (2)

Madrid capital (6)

Paradas y Alcalá de Guadaira (S) (6)

Crevillente (A) (6)

Saucelle (Sa) (6)

3. C.aurantium L.var.naranja borde:

Alcanar (T) (6)

4. C.limon Burm.:

Alora (Ma) (1)

La Mayora (Ma) (2)

Mazarrón y Pueblo Nuevo (Mu) (3)

El Arahal (S) (3)

Paradas (S) (6)

El Algar y El Puntal (Mu) (6)

Benejuzá (A) (6)

Lanzahita (Av) (6)

Bujalance (Co) (6)

Pinos del Valle (Gr) (6)

Cártama (Ma) (6)

Moaña (Po) (6)

5. C.limon Burm.var.verna:

La Mayora (Ma), Jiménez-Millán, F. 1967.

6. C.reticulata Blanco:

Alora y La Mayora (Ma) (1)

Abarán (Mu) (3)

El Arahal (S) (2)

Marchena (S) (3)

Paradas (S) (6)

7. C.reticulata Blanco var.mandarino común:

España, Jiménez-Millán, F. 1966.

Villareal, Almazora y Castellón (C) (4)

8. C.reticulata Blanco var.clementino:

Paradas (S) (6)

Villareal, Nules, Almazora, Burriana y Castellón (C) (4)

9. C.reticulata Blanco var.clementino de Nules:

Almazora y Castellón (C) (4)

10. C.reticulata Blanco var.satsuma:

Villareal, Nules y Castellón (C) (4)

11. C.reticulata Blanco var.mandarino Wilking:

Villareal (C) (4)

12. C.sinensis Osbeck.:

Altea (A) (3)

Barranco de Santiago (La Gomera) (2)

Alora (Ma) (1)

Cómpeta y La Mayora (Ma) (3)

Alcantarilla, Pueblo Nuevo y Santomera (Mu) (3)

El Arahal (S), Arias, M., Jiménez-Millán, F. y López-Pedregal, J.M. 1963

Gelves (S) (2)

Granadilla (Tenerife), Bello, A. y Jiménez-Millán, F. 1964.

Alberique, Alcira, Bellreguart y Tabernes (V) (3)

Paradas (S) (6)

Crevillente (A) (6)

Hornachos (Ba) (6)

Cártama y Pizarra (Ma) (6)

Carcagente, Riola y Rocafort (V) (6)

Cherta (T) (6)

13. C.sinensis Osbeck.var.verna:

Picasent (V) (2)

Villareal, Nules, Castellón, Almazora y Burriana (C) (4)

14. C.sinensis Osbeck.var.cadenera:

Játiva (V) (3)

Paradas (S) (6)

Castellón (C) (4)

15. C.sinensis Osbeck.var.comuna:

España, Jiménez-Millán, F. 1966

16. C.sinensis Osbeck.var.sanguinelli:

Alcira (V) (3)

Villareal, Nules y Castellón (C) (4)

17. C.sinensis Osbeck.var.valencia late:

Alcira (V) (3)

Villareal y Castellón (C) (4)

18. C.sinensis Osbeck.var.Washington navel:

Las Salinetas (Teide) (Gran Canaria), Guirán, G. de 1962.

El Arahal (S) (3)

Cherta (T) (6)

Villareal, Nules, Almazora, Burriana y Castellón (C) (4)

19. C.sinensis Osbeck.var.navelate:

Paradas (S) (6)

Villareal, Almazora, Nules y Castellón (C) (4)

20. C.sinensis Osbeck.var.sucreña:

Paradas (S) (6)

21. C.sinensis Osbeck.var.Blanca común:

Villareal, Almazora y Burriana (C) (4)

22. C.sinensis Osbeck.var.sanguina oval doble fina:

Paradas (S) (6)

Villareal, Nules, Almazora y Castellón (C) (4)

23. C.sinensis Osbeck.var.salustiana:

Villareal, Almazora, Nules y Castellón (C) (4)

24. C.sinensis Osbeck.var.navelina:

Nules y Castellón (C) (4)

25. C.sinensis Osbeck.var.Navel Thomson:

Villareal (C) (4)

26. C.paradisi Macf.:

Paradas (S) (6)

27. Citrus sp.:

Provincia de Castellón, Bello, A. y Laborda, E. 1970.

Lanjarón, Orjiva y Area de Restabal-Saleres-Melejís (Gr),
Tobar-Jiménez, A. y Guevara-Pozo, F. 1967

Cómpeta (Ma) (2)

Valle Guerra (Tenerife), Guirán, G. de 1961.

El Llano de Candeleda (Av) (6)

S. Pedro de Mérida (Ba) (6)

28. Cítricos:

=====

Provincia de Valencia, Cobb. N.A. 1914.

29. Vitis vinífera L.:

Jerez de la Frontera (Ca), Tobar-Jiménez, A. y Pemán-Medina,
C. 1970.

Abla y Almería (Al) (5)

Sanlúcar de Barrameda (Ca) (5)

Bailén (J) (5)

Totana (Mu) (5)

La Rinconada (V) (5)

(1) Gómez-Barcina, A. y Jiménez-Millán, F. 1967.

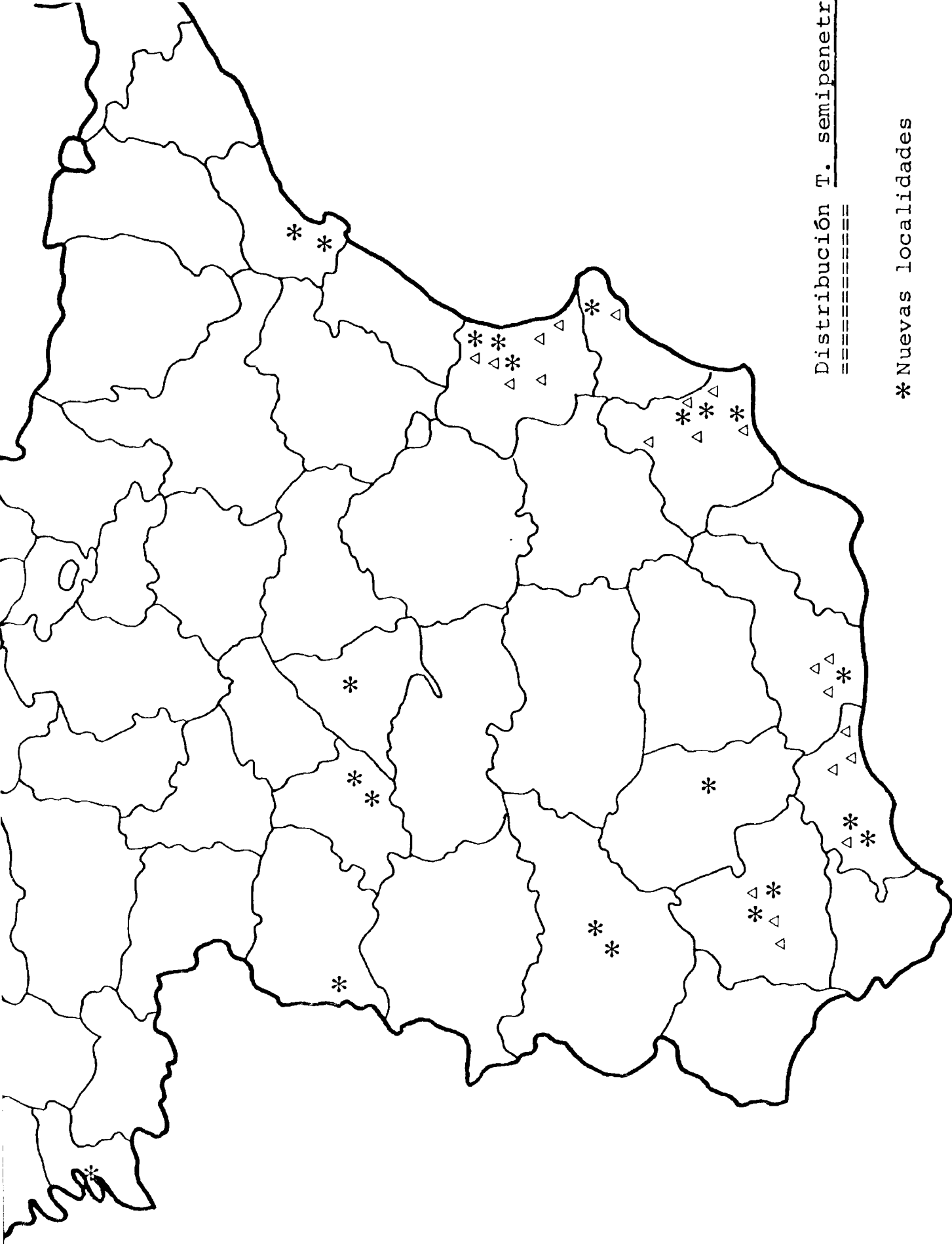
(2) Arias, M., Jiménez-Millán, F., Bello, A., y López-Pedragal,
J.M. 1970.

(3) Jiménez-Millán, F., Arias, M., Bello, A., y López-Pedregal,
J.M. 1967.

(4) Alvira, P. 1974. Tesis Doctoral.

(5) Navacerrada, G. 1975.

(6) Valcarce, E. 1978.



III.2. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ESPE
CIFICIDAD DE T. semipenetrans

III.2. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ESPECIFICIDAD DE T. semi-penetrans

Existe una especificidad muy marcada del T. semipenetrans hacia los cítricos, aunque se ha encontrado parasitando a otros cultivos, como la vid y el olivo. En nuestro país, los intentos de infestación experimental en otros cultivos siempre habían dado resultados negativos, sin embargo recientemente Tobar et al. ===== (1970) y Navacerrada (1975) han citado este nematodo en viñedos, ===== e incluso se han encontrado larvas asociadas a raíces de platana-
nera.

Esto nos ha llevado a realizar una serie de infestaciones experimentales sobre algunas plantas, con el fin de estudiar por un lado la especificidad de este nematodo, y por otro la posible existencia de distintos patotipos.

Las plantas estudiadas fueron: Vitis vinífera L. (vid); Olea europea L. var. muraiola (olivo); Musa manni Wendl. (platana-
nera); y Lycopersicon sculentum Mill. var. Marglobe (tomate). Las infestaciones experimentales se realizaron cultivando en laboratorio las plantas citadas en macetas con suelo y raíces procedentes de naranjos o limoneros fuertemente infestados.

Después de un tiempo superior a cuatro semanas, que es el mínimo necesario para que el nematodo complete su ciclo biológico, las raíces de las plantas se observaron bajo un microscopio estereoscópico, previamente sometidas al proceso de tinción con fucsina-lactofenol, así mismo se realizó la extracción de los nematodos a partir del suelo, por el método de centrifugación, para comprobar si había larvas de T. semipenetrans vivas.

En el cuadro siguiente se recogen las plantas estudiadas, así como la variedad del cítrico del cual se tomaron las muestras para la infestación, y las localidades a que pertenecían; en la última columna se dan los resultados obtenidos.

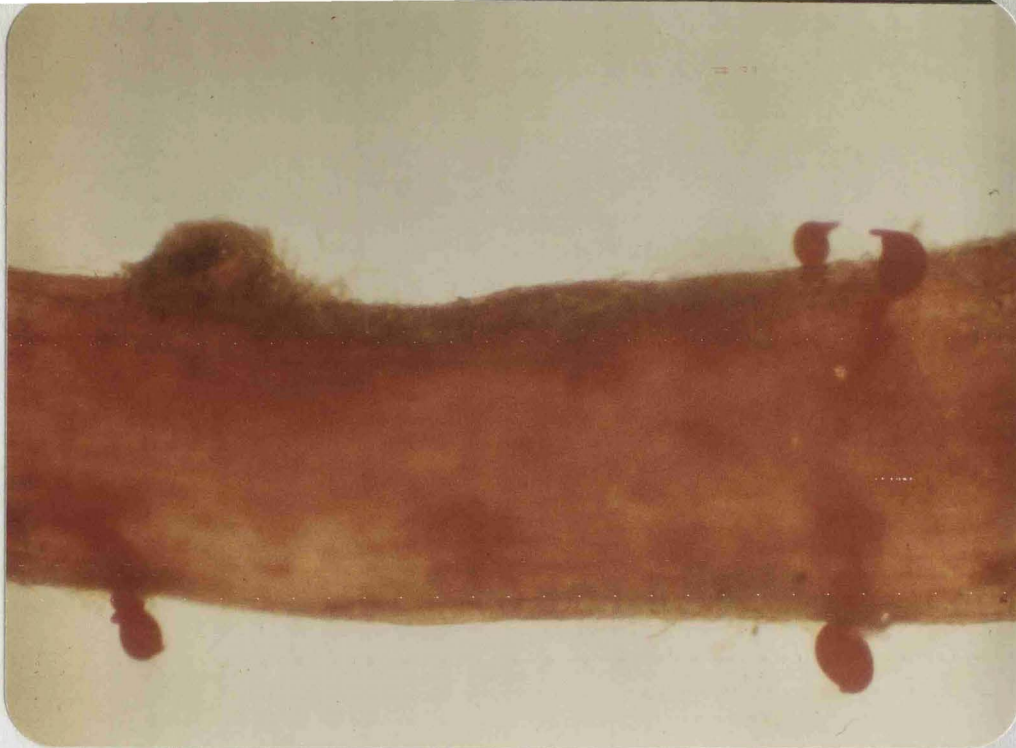
<u>PLANTA</u> <u>ESTUDIADA</u>	<u>INFESTACION</u>		<u>PARASITISMO</u>
	<u>Var.cítrico</u>	<u>Localidad</u>	
<u>Vitis vinífera</u> L.	<u>C.aurantium</u> L.	La Mayora (Ma)	Positivo
<u>Olea europea</u> L. var. <u>muraiola</u>	<u>C.limon</u> Burm.	Benejuza (Al)	Positivo
<u>Musa manni</u> Wendl.	<u>C.limon</u> Burm.	El Puntal (Mu)	Negativo
<u>Lycopersicon</u> <u>scu-</u> <u>lentum</u> Mill.var. Marglobe	<u>C.aurantium</u> L.	La Mayora (Ma)	Negativo

Vitis vinífera L. (Vid).

Se cultivaron dos plantas de vid con suelo procedente de un huerto de naranjos de la localidad La Mayora (Málaga). A los 106 días de la infestación, la observación de las raíces reveló la presencia de hembras adultas (Fotog. 7), pudiendo captarse así mismo diversas fases de su ciclo biológico (Fotog. 8,9,10) lo que demuestra el parasitismo positivo por parte del T. semipenetrans hacia la vid. Así mismo, al efectuar la extracción de los nematodos del suelo se encontraron larvas de T. semipenetrans vivas.

Olea europea L. var. muraiola (Olivo).

Cinco plantas de olivo var. muraiola, que nos fueron proporcionadas por el Prof. Franco Lamberti de la Universidad de Bari (Italia), se cultivaron con suelo procedente de un huerto de limoneros fuertemente infestados de la localidad de Benejuzá (Alicante). A los 80 días de la infestación se observaron hembras adultas fijadas a las raíces teñidas (Fotog. 11), así como nidos de huevos (Fotog. 12) con lo que se demuestra la capacidad de T. semipenetrans para parasitar al olivo. En la extracción de los nematodos del suelo se recogieron larvas vivas del T. semipenetrans.



Fotog. 7: Hembras adultas de T. semipenetrans en raiz de vid.



Fotog. 8: Nido de huevos de T. semipenetrans; en el centro la hembra adulta.



Fotog. 9: Larva de T. semipenetrans fijada en la raiz de vid; en la parte inferior hembra adulta.



Fotog. 10: Hembra joven de T. semipenetrans; en la parte inferior nidos de huevos.



Fotog. 11: Hembra adulta de T. semipenetrens en raiz de olivo.



Fotog. 12: Nido de huevos de T. semipenetrens en raiz de olivo.

Musa manni Wendl. (Platanera).

Se plantaron en macetas dos rizomas de platanera recogidos en el Jardín Botánico de Madrid, con suelo procedente de un huerto de limoneros de El Puntal (Murcia), que estaba fuertemente infestado. A los 131 días de comenzada la experiencia, y presentando las plataneras un buen aspecto, se observaron sus raíces una vez teñidas sin encontrar hembras de T. semipenetrans en ellas. Por el contrario, la extracción de los nematodos a partir del suelo de las macetas demostró que las larvas del nematodo seguían vivas.

Lycopersicon esculentum Mill. var. Marglobe (Tomate).

Las plantas de tomate se obtuvieron por semilla en dos macetas; posteriormente se infestaron con larvas de T. semipenetrans extraídas de varias muestras de un huerto de naranjos de La Mayora (Málaga). La extracción de los nematodos del suelo de las macetas evidenció que las larvas del nematodo permanecían vivas; en las raíces de las plantas de tomate no se observó ninguna hembra de T. semipenetrans.

Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que poblaciones de Tylenchulus semipenetrans de nuestro país son capaces de parasitar a Olea europea y Vitis vinífera, y por consiguiente los resultados negativos observados por Jiménez-Millán (1966) nos inducen a pensar en la posible existencia de diferentes patotipos, por lo cual sería de gran interés el efectuar nuevos estudios con el fin de confirmar su existencia y conocer las características de los mismos.

Sobre la especificidad de T. semipenetrans se observa que, este nematodo no es exclusivo de los cítricos y especies próximas sino que es capaz de parasitar a otras especies vegetales y es muy posible que tenga en su distribución una mayor importancia la influencia de los factores climáticos que su especificidad.

Por último, la persistencia de las larvas de T. semipenetrans en el suelo de las macetas de las plataneras y tomate, a pesar de no parasitar sus raíces, nos permite resaltar la gran capacidad de este nematodo para sobrevivir cuando las condiciones del huésped no son favorables, como ya indicaron Van Gundy (1958) y Baines et al. (1952).

=====

=====

III.3. ESTUDIO DE LA NEMATOFUNA
EN VIVEROS DE AGRIOS

III.3. ESTUDIO DE LA NEMATOFAUNA EN VIVEROS DE AGRIOS

El transporte en las raíces y suelo de plantones procedentes de viveros, se ha considerado la forma por la cual el T. semipene-trans y otros nematodos se han dispersado por toda la geografía ci-trícola mundial; por ello se realiza un estudio de la nematofauna asociada a las distintas variedades que se cultivan en varios de los Viveros de Agrios de nuestro país.

Viveros y variedades de cítricos estudiados

VIVERO N° 1: de Castellón.

Limón Eureka, pié C.aurantium (Naranja amargo)
Clementino, pié Citrange Troyer
Clementino, pié C.sinensis (Naranja dulce)
Clementino, pié C.reticulata (Mandarino común)
Clementino, pié C.reticulata var. Cleopatra.

VIVERO N° 2: de Castellón.

Valencia late, pié Citrange Troyer
Limón Verna, pié C.aurantium
Navelina, pié C.reticulata var. Cleopatra
Navel Newhall, pié Citrange Carrizo.

VIVERO N° 3: de Castellón.

(patrones sin injertar)

Citrange Troyer

Citrange Carrizo

C. reticulata var. Cleopatra

C. aurantium

Clausena macrophylla

VIVERO N° 4: de Alicante.

Salustiana, pié Citrange Troyer

Navel Newhall, pié Citrange Carrizo

Salustiana, pié C. reticulata var. Cleopatra

Limón Eureka pié C. macrophylla

Limón Verna, pié C. aurantium

VIVERO N° 5: de Sevilla.

Valencia late, pié C. reticulata var Cleopatra

Navelina, pié " "

Salustiana, pié " "

Clemenules, pié " "

Oroval, pié " "

Navel Newhall, pié Citrange Troyer

Satsuma, pié " "

Washington Navel, pié " "

Limón Verna, pié C. aurantium

A continuación se exponen los resultados de los análisis nematológicos realizados en cada uno de los viveros estudiados, indicando la especie y variedad del plantón, los recuentos de T. semipenetrans y de otros géneros de nematodos encontrados, empleando abreviaturas para estos últimos, e indicando entre paréntesis el número de ellos encontrados por Kg. de suelo. Cuando un género está presente pero no se ha realizado su estudio cuantitativo se incluye únicamente su nombre. La significación de las abreviaturas empleadas es como sigue: Acrobeles (Acr.); Acrobeloides (Acro.); Aglenchus (Agl.); Aphelenchus (Aph.); Aporcelaimus (Apor.); Basiria (Bas.); Boleodorus (Bol.); Criconemoides (Cric.); Diphtherophora (Diph.); Ditylenchus (Dity.); Dorylaimidos (Doryl.); Eucephalobus (Eucep.); Eudorylaimus (Eud.); Helicotylenchus (Helic.); Longidorella (Long.); Macroposthonia (Mac.); Merlinius (Merl.) Mesorhabditis (Mes.); Mylonchulus (Myl.); Paratylenchus (Paraty.); Pelodera (Pel.); Pratylenchus (Praty.); Rhabditido (Rhab.); Rotylenchus (Rotyl.); Tylenchus (Tyl.); Tylenchorhynchus (Tylench.); Xiphinema (Xiph.); Zeldia (Zel.); Zygotylenchus (Zyg.).

PATRON	VARIEDAD	VIVEROS				
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
<u>C.aurantium</u>				+		
	L.Eureka	+				
	L.Verna		+		+	+
<u>C.sinensis</u>	Clementino	+				
<u>C.reticulata</u>	Clementino	+				
<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	Clementino	+		+		
	Navelina		+			+
	Salustiana				+	+
	Clemenules					+
	Oroval					+
	Valencia late					+
Citrange Troyer				+		
	Clementino	+				
	Valencia late		+			
	Salustiana				+	
	Washington navel					+
	Navel Newhall					+
	Satsuma					+
Citrange Carrizo				+		
	Navel Newhall		+		+	
<u>Clausena macro-</u> <u>phylla</u>				+		
	L.Eureka				+	

Patrones, variedades y viveros estudiados

VIVEROS N° 1 de Castellón

=====

VARIEDADES	PATRON	<u>T. semtrans.</u>	Otros nematodos
Clementino	Citrangle Troyer	30 l.(suelo)	<u>Praty.20;Paraty.86;</u> <u>Xiph.156;Bol.10;Tyl.</u> <u>10;Helic.20;Rhab.10;</u> <u>Tylench.20;Eud.;Bas;</u> <u>Acro.;Zyg.;Rotyl.</u>
Clementino	<u>C.reticulata</u>	--	<u>Paraty.10;Tyl.10;Doryl.</u> <u>250;Bol.</u>
Clementino	<u>C.sinensis</u>	--	<u>Paraty.30;Xiph.50;</u> <u>Bol.300;Long.;Diph.</u>
Clementino	<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	--	<u>Praty.20;Xiph.80;Tyl.</u> <u>50;Bol.100;Aph.30;</u> <u>Helic.20;Diph.;Rotyl.</u>
Limón Eureka	<u>C.aurantium</u>	--	<u>Doryl.30;Rhab.20;</u> <u>Xiph.70.</u>

Encontramos 17 géneros distintos de nematodos, de los cuales 10 son formas parásitas, 6 saprófagos y 1 depredador; entre los nematodos parásitos destacan T. semipenetrans y el Gro. Zigotylenchus por ser endoparásito, citados ambos en el patrón Citrange Troyer.

VIVEROS N° 2 de Castellón

=====

VARIEDADES	PATRON	<u>T. semtrans.</u>	Otros nematodos
Valencia late	Citrango Troyer	--	<u>Tyl.10</u> ; <u>Bol.</u> ; <u>Rotyl.</u>
Limón Verna	<u>C.aurantium</u>	--	<u>Bol.120</u> ; <u>Helic.182</u> ; <u>Tylench.14.</u>
Navelina	<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	--	<u>Bol.20</u> ; <u>Dity.</u> ; <u>Tyl.</u>
Navel Newhall	Citrango Carrizo	--	<u>Doryl.10</u> ; <u>Dity.</u> ; <u>Tyl.</u>

Entre los 8 géneros distintos de nematodos encontrados, 6 son formas parásitas, 1 depredador y 1 saprófago.

VIVEROS N° 3 de Castellón

=====

PATRONES SIN INJERTAR	<u>T. semtrans.</u>	Otros nematodos
<u>Clausena macrophylla</u>	--	<u>Praty.</u> 20; <u>Cric.</u> 500; <u>Bol.</u> 100; <u>Tyl.</u> 50; <u>Xiph.</u> 100; <u>Mac</u> ; <u>Diph.</u> ; <u>Bas.</u>
Citange Carrizo	--	
<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	--	
<u>C.aurantium</u>	--	
Citrangle Troyer	--	

Del suelo que rodeaba al patrón Clausena macrophylla se determinaron 9 géneros distintos, de los cuales 8 son nematodos parásitos, destacando entre ellos el Gro. Macroposthonia ya que no se ha citado en asociación con este cultivo en España. Los 4 patrones restantes se recibieron en el mismo cepellón, por lo que no se realizó análisis nematológico ya que los resultados no serían fiables.

VIVEROS N° 4 de Alicante

=====

VARIEDADES	PATRON	<u>T. semtrans.</u>	Otros nematodos
Salustiana	Citrango Troyer	--	<u>Rhab.</u> 146.
Salustiana	<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	--	<u>Aph.</u> 30; <u>Xiph.</u> 450.
Navel Newhall	Citrango Carrizo	104 l. (suelo)	<u>Bol.</u> 300; <u>Rhab.</u> 100; <u>Tyl.</u> 20.
Limón Eureka	<u>C.macrophylla</u>	--	<u>Doryl.</u> 100; <u>Paraty.</u> 50; <u>Rhab.</u> 202; <u>Xiph.</u> 50.
Limón Verna	<u>C.aurantium</u>	--	<u>Aph.</u> 20; <u>Rhab.</u> 122.

Se han encontrado 7 géneros distintos de nematodos de los cuales 4 son parásitos, destacando la presencia de T. semipene-trans en el suelo de la variedad Navel Newhall; el resto de los nematodos son formas saprófagas.

VIVEROS N° 5 de Sevilla

=====

VARIETADES	PATRON	<u>T. semtrans.</u>	Otros nematodos
Limón Verna	<u>C.aurantium</u>	--	<u>Rhab.</u> ; <u>Eud.</u> ; <u>Mes.</u> ; <u>Zel.</u> ; <u>Tyl.</u> ; <u>Myl.</u> ; <u>Acr.</u>
Salustiana	<u>C.reticulata</u> var.Cleopatra	--	<u>Eud.</u> ; <u>Rhab.</u> ; <u>Myl.</u>
Clemenules	"	--	<u>Myl.</u> ; <u>Eud.</u> ; <u>Rhab.</u> ; <u>Aph.</u> ; <u>Acro.</u> ; <u>Pel.</u>
Navelina	"	--	<u>Apor.</u> ; <u>Eucep.</u> ; <u>Acro.</u> ; <u>Aph.</u>
Oroval	"	--	<u>Eucep.</u> ; <u>Apor.</u> ; <u>Myl.</u> ; <u>Tyl.</u>
Valencia late	"	--	<u>Pel.</u> ; <u>Apor.</u> ; <u>Agl.</u> ; <u>Eud.</u> ; <u>Doryl.</u>
Washington navel	Citrange Troyer	--	<u>Myl.</u> ; <u>Bas.</u> ; <u>Pel.</u> ; <u>Eud.</u> ; <u>Acr.</u> ; <u>Rhab.</u> ; <u>Tyl.</u> ; <u>Acro.</u>
Navel Newhall	"	--	<u>Tyl.</u> ; <u>Apor.</u> ; <u>Merl.</u> <u>Eucep.</u>
Satsuma	"	--	<u>Tyl.</u> ; <u>Myl.</u> ; <u>Apor.</u> ; <u>Doryl.</u>

Se encuentran 16 géneros de nematodos, de los cuales 4 son formas parásitas, 9 saprófagas y 3 depredadoras.

Observamos que Tylenchulus semipenetrans aparece en dos casos, en forma de larvas libres en el suelo. Respecto a los demás nematodos, se han determinado 28 géneros diferentes repartidos entre formas parásitas, de gran interés agrícola, saprófagas y depredadoras.

A continuación damos la relación de los géneros de nematodos parásitos encontrados, indicando el porcentaje de su presencia en el total de las muestras estudiadas:

1.- <u>Aglenchus</u> sp.	4,1
2.- <u>Basiria</u> sp.	12,5
3.- <u>Boleodorus</u> sp.	37,5
4.- <u>Criconemoides</u> sp.	4,1
5.- <u>Ditylenchus</u> sp.	4,1
6.- <u>Helicotylenchus</u> sp.	12,5
7.- <u>Macroposthonia</u> sp.	4,1
8.- <u>Merlinius</u> sp.	4,1
9.- <u>Paratylenchus</u> sp.	12,5
10.- <u>Pratylenchus</u> sp.	12,5
11.- <u>Rotylenchus</u> sp.	12,5
12.- <u>Tylenchorhynchus</u> sp.	8,3

13.- <u>Tylenchus</u> sp.	45,8
14.- <u>Tylenchulus semipenetrans</u> .	8,3
15.- <u>Xiphinema pachtaicum</u>	29,1
16.- <u>Zygotylenchus</u> sp.	4,1

En todos los viveros estudiados se han encontrado nematodos fitoparásitos, destacando por su alta frecuencia los Gros. Boleodorus (37,5%) y Tylenchus (45,8%), y por la importancia de su parasitismo Zygotylenchus (endoparásito), y T. semipenetrans; así mismo hay que resaltar la presencia de Macroposthonia spherocephal en el suelo del patrón Clausena macrophylla del Vivero N° 3 de Castellón, ya que este nematodo no se ha encontrado asociado al cultivo de agrios en nuestro país.

Del resto de los nematodos encontrados, damos a continuación en primer lugar los porcentajes de presencia de las formas saprófagas y a continuación los de los depredadores.

Nematodos saprófagos:

1.- <u>Acrobeles</u> sp.	8,3
2.- <u>Acrobeloides</u> sp.	12,5
3.- <u>Aphelenchus</u> sp.	16,6
4.- <u>Diphterophora</u> sp.	12,5

5.- Dorylaimido indet.	25,0
6.- <u>Eucephalobus</u> sp.	8,3
7.- <u>Mesorhabditis</u> sp.	4,1
8.- <u>Pelodera</u> sp.	12,5
9.- <u>Rhabditis</u> sp.	41,6
10.- <u>Zeldia</u> sp.	4,1

Observamos la alta frecuencia del Gro. Rhabditis, que aparece en un 41,6% de las muestras estudiadas, seguido por ejemplares de la Fam. Dorylaimidae con un porcentaje de presencia del 25%. Por otra parte hacemos resaltar a los Gros. Eucephalobus, Pelodera, Zeldia y Mesorhabditis, por no haber sido citados en asociación con el cultivo de cítricos en España.

Se han encontrado tres géneros de nematodos depredadores: Mylonchulus sp. con un porcentaje de presencia del 25%, Eudorylaimus sp. con 29,1% y Aporcelaimus sp. con un 16,6%, resaltando la presencia de los dos últimos ya que no se han citado en asociación con el cultivo de cítricos en nuestro país.

III.4. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ACCION
NEMATICIDA DE LOS HERBICIDAS

Para el estudio de la acción de los Herbicidas sobre Tylenchulus semipenetrans, hemos elegido, entre los productos más utilizados, especialmente en el cultivo de cítricos, diferentes herbicidas de Acción interna (de post-emergencia y hormonal), de Contacto, y de Contacto y acción interna. Empleamos dosis comprendidas entre los límites aconsejables para su aplicación en campo, así como el doble de la máxima aconsejada.

Las experiencias se realizaron aplicando los productos, directamente sobre los nematodos aislados en pocillos y sobre macetas con suelo recogido directamente de un huerto de naranjos que contenía los nematodos característicos del cultivo, cuando eran positivas sobre T. semipenetrans las experiencias en pocillos.

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos, se ha utilizado paralelamente un nematicida, así mismo todas las experiencias fueron acompañadas de pocillos y macetas testigo (sin tratar), para comparar los resultados.

Los resultados de estas experiencias los dividimos en tres apartados, 1º) acción de los herbicidas sobre T. semipenetrans, 2º) acción de los herbicidas sobre T. semipenetrans en suelo, y 3º) acción de los herbicidas sobre otros nematodos.

III.4.1. Acción de los herbicidas sobre T. semipenetrans

Se eligieron 7 de los herbicidas más frecuentemente utilizados en el cultivo de los cítricos, 4 de Acción interna, 3 de ellos de postemergencia (Bromacilo, Dalapón, Diurón) y 1 hormonal (MCPA), 1 de Contacto (MSMA), y 2 de Contacto y acción interna (Linuron y Paraquat).

Para comparar los resultados se ha elegido el nematicida DBCP (1,2-Dibromo,3-cloropropano), además de los controles en blanco con agua destilada.

La observación del efecto nematicida de las distintas concentraciones ensayadas de cada producto se realizó durante las primeras horas de su aplicación, y diariamente hasta que el porcentaje de mortalidad de las larvas de T. semipenetrans fué del 100%, haciendo entonces preparaciones de los otros nematodos vivos y muertos con objeto de conocer el efecto nematicida sobre los distintos géneros presentes.

A continuación exponemos los resultados obtenidos indicando en cada caso el producto utilizado, las dosis ensayadas (señaladas con un punto las recomendadas en campo), así como el número de

pruebas realizadas y la media, en días, del intervalo entre la aplicación y la muerte de la totalidad de las larvas de T. semi-penetrans contenidas en los pocillos.

A.- HERBICIDAS DE ACCION INTERNA:

BROMACILO: HERBICRUZ HYVAR X (80% de
 ===== BROMACILO). PM

(Dosis de empleo: 5-8 Kg/Ha)

<u>Dosis ensayadas (ppm)</u>	<u>N° de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>BROMACILO</u>		
5.000 (.)	3	--
8.000 (.)	3	28
16.000	3	27
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

La dosis mínima no afectó significativamente la supervivencia de los nematodos durante el tiempo que duró el experimento; en cuanto a la máxima y doble de la misma, no se observa marcadas diferencias entre ellas, debiendo transcurrir muchos días hasta que se produce la muerte de todas las larvas. Durante el tiempo que duró la experiencia en el pocillo testigo el 98% de las larvas permanecieron vivas; por el contrario la eficacia del DBCP fué del 100% a las 24 horas de su aplicación.

DALAPON: GRAMEVIN (85% DALAPON) PS.

=====

(Dosis de empleo: 10-15 Kg/Ha)

<u>Dosis ensayadas</u> (ppm)	<u>N° de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>DALAPON</u>		
20.000 (.)	3	2
30.000 (.)	3	2
60.000	2	1
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(Agua)	3	--

No existen diferencias entre la acción nematocida de las dosis correspondientes a las recomendadas para la aplicación en campo, produciendo un 100% de mortalidad de las larvas a las 48 horas de la aplicación; pero si se emplea la dosis doble de la máxima, este efecto se observa a las 24 horas, como en el caso del nematocida empleado.

DIURON: HERBICRUZ KARMEX (8% de DIURON) PM
=====

(Dosis de empleo: 2-4 Kg/Ha)

<u>Dosis ensayadas</u> (ppm)	<u>Nº de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>DIURON</u>		
3.333(.)	3	6
6.666(.)	3	3
13.333	2	2
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

Aunque la observación de los nematodos es difícil, debido a la suspensión del producto, se puede establecer el efecto nematocida al observar las larvas no afectadas, que se mueven con normalidad, de las que lo hacen a intervalos y de manera imperceptible, siendo casi inmóviles antes de que se produzca la muerte de la totalidad de las mismas en un tiempo que para la dosis máxima es la mitad del que necesita la mínima ensayada.

MCPA: AGROXONE (53,5% sales de MCPA) PM
====

(Dosis de empleo: 1,5-3 lit/Ha)

<u>Dosis ensayadas</u> (ppm)	<u>N° de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>MCPA</u>		
2006(.)	3	11
4012(.)	3	6
8025	2	4
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

A las 2 horas de la aplicación del producto, a todas las dosis ensayadas, ya se observó afectada la movilidad de las larvas, continuando así hasta su muerte, en que aparecen totalmente tiesas e inmóviles. La acción nematicida aumenta al aumentar la dosis; el tiempo que se necesita para producir un porcentaje de mortalidad del 100% disminuye al aumentar la dosis.

B.- HERBICIDAS DE CONTACTO:

MSMA: DACONATE (34,66% de MSMA) LS

====

(Dosis de empleo: 4-6 lit/Ha)

<u>Dosis ensayadas (ppm)</u>	<u>N° de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>MSMA</u>		
2426(.)	3	5
4159(.)	3	5
8318	2	3
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

Se observa un efecto notable del producto herbicida sobre la motilidad de las larvas de T. semipenetrans, apareciendo aletargadas a partir de las 2 horas de la aplicación de las distintas dosis, siendo más acentuado este aletargamiento a las dosis mayores. Sin embargo la muerte de la totalidad del número de larvas se produce en el mismo intervalo de tiempo a las dos dosis recomendadas, siendo necesario un número de días menor para producir el mismo efecto a la dosis doble de la máxima.

C.- HERBICIDAS DE CONTACTO Y ACCION INTERNA:

LINURON: LINURON 50 (50% de LINURON) PM

=====

(Dosis de empleo: 2-4 Kg/Ha)

<u>Dosis</u> <u>ensayadas</u> (ppm)	<u>N° de</u> <u>pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter-</u> <u>valo aplicación-muerte</u>
<u>LINURON</u>		
2.000(.)	3	3
4.000(.)	3	3
8.000	2	1
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

No se observan diferencias en cuanto a la acción nematocida ejercida por la aplicación de las dosis mínima y máxima recomendadas, que necesitan el mismo periodo de tiempo para producir el 100% de mortalidad de las larvas.

PARAQUAT: GRAMOXONE (200 gr/l. de PARAQUAT) LS.
 =====

(Dosis de empleo: 4-6 lit/Ha)

<u>Dosis ensayadas</u> (ppm)	<u>N° de pruebas</u>	<u>Media, en días, del inter- valo aplicación-muerte</u>
<u>PARAQUAT</u>		
20(.)	3	más de 30
40(.)	3	"
80	3	"
<u>DBCP</u>		
83	3	1
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3	--

Aunque a partir de los 5 días de la aplicación del producto se observó mortalidad de un número de larvas, esta observación se mantuvo estacionaria durante los 30 días que duró el experimento, sin que se produjeran cambios significativos. Las larvas que permanecieron vivas poseían escasa movilidad pero, al contrario de lo observado con los demás productos, los movimientos eran menores a la dosis mínima del herbicida y progresivamente mayores a las dosis máxima y doble de ésta.

En la Tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos con los diferentes productos en todos los ensayos realizados.

TRATAMIENTO (ppm)	N° DE PRUEBAS	MEDIA DEL INTERV. APLIC.-MUERTE (DIAS)
<u>BROMACILO</u>		
5.000 (.)	3	--
8.000 (.)	3	28
16.000	3	27
<u>DALAPON</u>		
20.000 (.)	3	2
30.000 (.)	3	2
60.000	2	1
<u>DIURON</u>		
3.333 (.)	3	6
6.666 (.)	3	3
13.333	2	2
<u>MCPA</u>		
2.006 (.)	3	11
4.012	3	6
8.025	2	4
<u>MSMA</u>		
2.426 (.)	3	5
4.159 (.)	3	5
8.318	2	3
<u>LINURON</u>		
2.000 (.)	3	3
4.000 (.)	3	3
8.000	2	1
<u>FARAQUAT</u>		
20 (.)	3	--
40 (.)	3	--
80	3	--

Con relación a los Herbicidas de Acción Interna, se observa que el BROMACILO no tiene un efecto significativo sobre la vitalidad de las larvas de T. semipenetrans, incluso a la dosis doble de la máxima permitida, que no llega a aplicarse en campo; con el DALAPON no se observan diferencias de actuación de las dosis mínima y máxima aconsejadas, siendo ambas eficaces como nematicidas, como ocurre con el derivado de la urea, el DIURON, con el cual, aunque los resultados no son tan regulares en los distintos ensayos, ha demostrado su acción nematicida aún a la dosis mínima ensayada. En el grupo de los herbicidas de tipo hormonal, a los que pertenece el MCPA, se observa también una acción nematicida significativa que es mayor a la dosis más alta.

Un Herbicida de contacto, el MSMA, se revela como buen nematicida, afectando a los nematodos a partir de las 2 horas de su aplicación, aún a la dosis más baja.

Entre los Herbicidas de contacto y acción interna, el PARA-QUAT posee una acción nematicida que se observa por la disminución de los movimientos de las larvas pero que no llega a matarlas como ocurre con el LINURON, con el cual se produce un porcentaje del 100% de mortalidad a las 72 horas de la aplicación de las dosis mínima y máxima ensayadas.

III.4.2. Acción de los herbicidas sobre T. semipenetrans en el suelo

1° Ensayo: Se estudia la acción nematocida de aquellos herbicidas que han demostrado ser eficaces directamente sobre T. semipenetrans: tres de Acción Interna, DALAPON, DIURON y MCPA, uno de Contacto, MSMA y uno de Contacto y acción interna, LINURON. Quedan excluidos de este ensayo el BROMACILO y PARAQUAT por ser muy superior el intervalo entre la aplicación y el 100% de mortalidad.

En las tables expuestas a continuación se expresan los porcentajes de mortalidad de las larvas del T. semipenetrans producidos en cada tratamiento, a los 8 y a los 15 días, poniendo entre paréntesis la diferencia entre este resultado y el hallado en el Testigo.

Los resultados obtenidos nos permitieron establecer diferencias de la acción nematocida entre los herbicidas ensayados, y elegir los de mayor eficacia, que fueron sometidos a otra prueba para confirmar los resultados.

A. HERBICIDAS DE ACCION INTERNA:

=====

Porcentajes de mortalidad a los 8 y 15 días después de los tratamientos.

TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>DALAPON</u>		
20.000	31,5 (25,7)	67,3 (56,6)
30.000	40,3 (34,5)	73,8 (63,1)
<u>DIURON</u>		
3.333	24,2 (18,4)	-
6.666	24,2 (18,4)	-
<u>MCPA</u>		
2.006	16,4 (10,6)	-
4.012	29,3 (23,5)	-
<u>DBCP</u>		
83	86,3 (80,5)	98,1 (87,4)
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	5,8	10,7

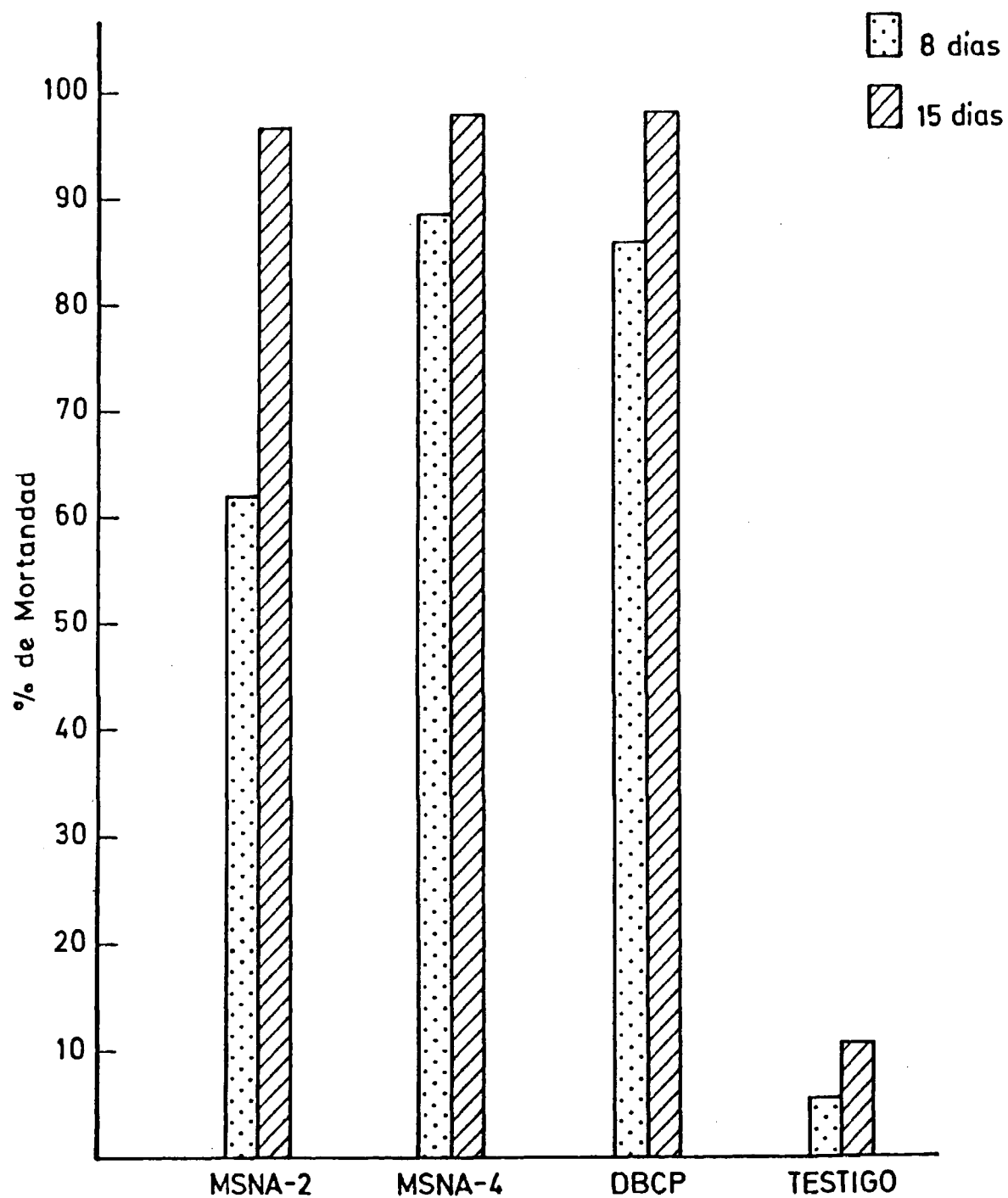
De los tres herbicidas ensayados, el DALAPON posee una acción nematocida que, expresada en porcentajes de mortalidad, puede compararse con la del nematocida DBPC, a los 15 días de los

tratamientos. No ocurre lo mismo con el DIURON y el MCPA, cuyas acciones nematocidas observadas a los 8 días de los tratamientos no se modifican significativamente a los 15 días; sin embargo las larvas que permanecían vivas bajo el efecto de estos herbicidas, se hallaban notablemente afectadas, mostrando unos movimientos muy lentos y apenas perceptibles.

B. HERBICIDAS DE CONTACTO:
=====

Porcentajes de mortalidad a los 8 y 15 días después de los tratamientos. (Gráfico 1).

TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>MSMA</u>		
2.426	61,9 (56,1)	96,5 (85,8)
4.159	88,8 (83,0)	97,9 (87,0)
<u>DBCP</u>		
83	86,3 (80,5)	98,1 (87,4)
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	5,8	10,7



Graf.1.- Mortalidad de las larvas de *T.semipenetrans* a los 8 y 15 días del tratamiento con MSMA a 2.426 ppm (MSMA-2) y 4.159 ppm (MSMA-4).

Las dos concentraciones de MSMA ensayadas demostraron una elevada eficacia nematicida a los 8 días de los tratamientos, supe_urando el porcentaje de mortalidad producido por el nematicida DBCP en el caso de la concentración mayor, de 4.159 ppm. A los 15 días de la aplicación de los productos no se observaban diferencias significativas entre la actuación de ambas concentraciones herbicidas, alcanzándose niveles de mortalidad muy semejantes al observado con el nematicida.

C. HERBICIDAS DE CONTACTO Y ACCION INTERNA:

=====

Porcentajes de mortalidad a los 8 y 15 días después de los tratamientos.

TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>LINURON</u>		
2.000	41,9 (36,1)	63,6 (52,9)
4.000	70,6 (64,8)	83,2 (72,5)
<u>DBCP</u>		
83	86,3 (80,5)	98,1 (87,4)
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	5,8	10,7

Los resultados de la acción nematicida producidos a los 8 días son muy significativos. Por un lado la gran diferencia entre los porcentajes de mortalidad producidos por las concentraciones del herbicida, y por otro se observa que la concentración de 4.000 ppm del LINURON posee una acción semejante a la del DBCP en el mismo tiempo de actuación. A los 15 días de los tratamientos ambas dosis del herbicida han aumentado los porcentajes de mortalidad alcanzando niveles muy satisfactorios.

La tabla siguiente resume los porcentajes de mortalidad de las larvas de T. semipenetrans obtenidos bajo los tratamientos herbicidas y nematicida, habiéndoles restado el porcentaje correspondiente a las macetas Testigo:

TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>DALAPON</u>		
20.000	25,7	56,6
30.000	34,5	63,1
<u>DIURON</u>		
3.333	18,4	--
6.666	18,4	--
<u>MCPA</u>		
2.006	10,6	--
4.012	23,5	--
<u>MSMA</u>		
2.426	56,1	85,8
4.159	83,0	87,0
<u>LINURON</u>		
2.000	36,1	52,9
4.000	64,8	72,5
<u>DBCP</u>		
83	80,5	87,4

Como puede observarse en la tabla anterior, tres de los productos herbicidas ensayados poseen una acción nematocida muy notable, tanto a la dosis mínima como a la máxima ensayadas. Entre

los herbicidas de Acción Interna destaca el Dalapon que provoca una alta mortalidad de las larvas a los 15 días de los tratamientos. La acción nematocida del MSMA, herbicida de contacto, es comparable a la del nematocida ya a los 8 días de su aplicación, superándolo a la dosis máxima ensayada; esta situación es semejante con el Linuron cuya acción herbicida se considera de contacto y acción interna.

Con relación al Diuron y MCPA, ambos herbicidas de acción interna, no poseen una acción nematocida tan acusada como los anteriores, aunque de alguna forma actúan sobre los nematodos, bajo cuya acción se observan muy disminuidos en sus movimientos pero sin producir una mortalidad significativa después de 15 días del tratamiento. Esta acción es de gran importancia, ya que puede dar lugar a lo que llamaríamos favorecimiento de un control indirecto, al inhibir el movimiento de las larvas e impedir con ello el avance normal hacia las raíces de los árboles.

2° Ensayo:

=====

De los herbicidas que en la experiencia anterior produjeron un alto porcentaje de mortalidad de las larvas de T. semipetrans, el LINURON (de contacto y acción interna) y el DALAPON (de acción interna) se sometieron a un 2° ensayo para confirmar los resultados. El MSMA, herbicida de contacto, con el cual se obtuvieron resultados tan satisfactorios no pudo ensayarse de nuevo por carecer de muestra en el laboratorio.

El ensayo se realizó bajo las mismas condiciones que el anterior, y utilizando el mismo suelo. Los tratamientos herbicidas se hicieron por triplicado, así como el tratamiento nematocida y las macetas Testigo. A los 8 y 15 días de los tratamientos se realizó la extracción de los nematodos a partir de 3 de las 6 macetas colocadas para cada caso, y en cada una de ellas se calcula el porcentaje de mortalidad.

En las tablas siguientes se resumen los porcentajes medios de mortalidad obtenidos en cada una de las tres aplicaciones, poniendo entre paréntesis el resultado de restar a estos porcentajes medios el correspondiente calculado a partir de las 3 macetas Testigo.

A. HERBICIDA DE CONTACTO Y ACCION INTERNA:

=====

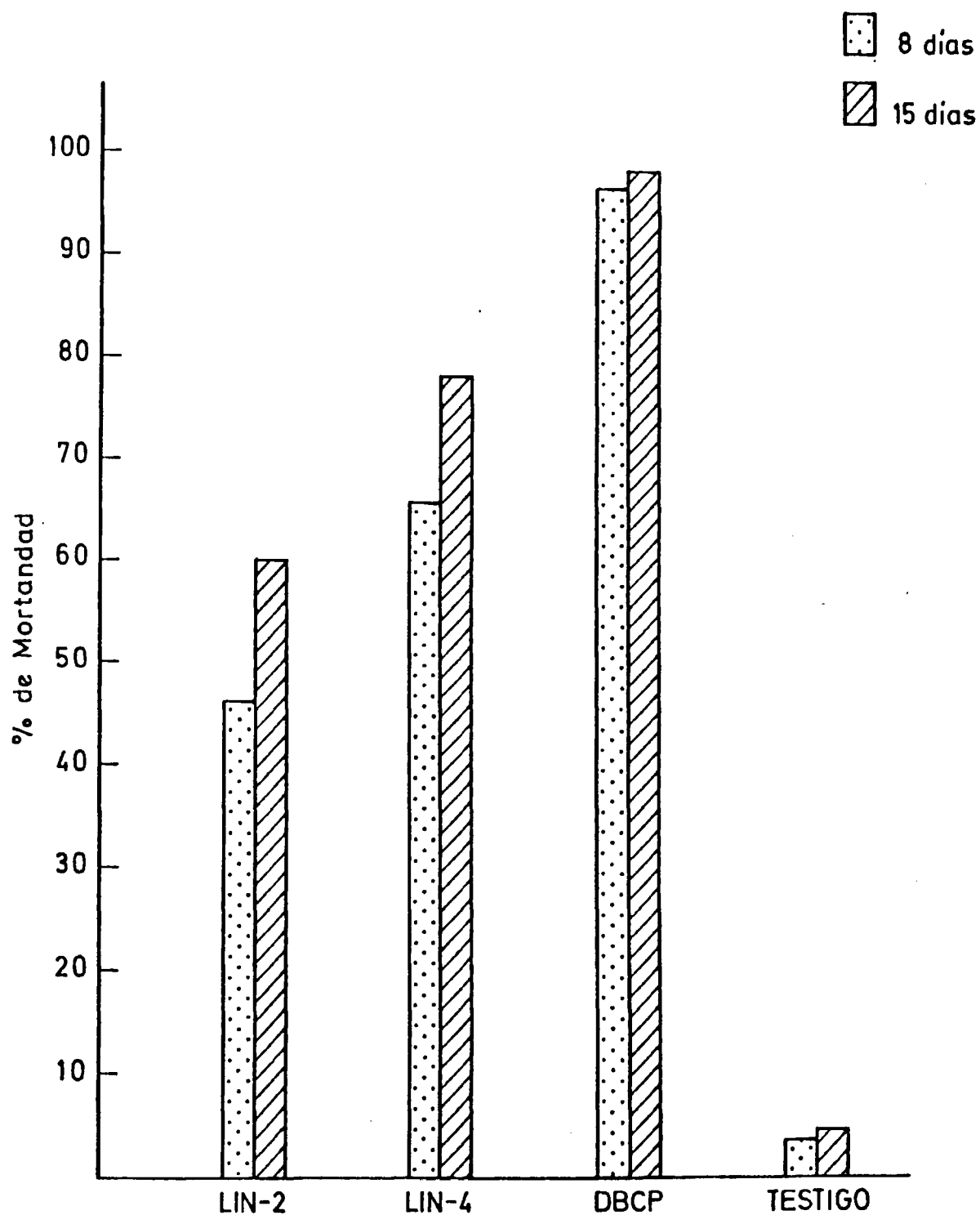
TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>LINURON</u>		
2.000	46,10 (42,50)	60,28 (55,60)
4.000	65,75 (62,15)	78,39 (73,71)
<u>DBCP</u>		
83	96,49 (92,89)	98,17 (93,49)
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3,6	4,68

El cálculo de los porcentajes de mortalidad debidos al tratamiento herbicida está muy dificultado por la escasa diferencia que puede percibirse entre las larvas muertas y las que se consideran vivas. Las larvas muertas aparecen totalmente tiesas e inmóviles, mientras que las consideradas como vivas se observan unas veces con la cabeza o cola dobladas, y otras veces muy retorcidas y su movimiento apenas puede captarse. De ahí que el porcentaje de mortalidad calculado puede considerarse inferior al real. Esta situación se presenta tanto a los 8 como a

los 15 días con ambas dosis del producto. Por el contrario, en las placas que contienen los nematodos extraídos de las macetas testigo, la situación es clara ya que las larvas vivas se mueven con entera normalidad manteniendo sus movimientos rápidos y regulares.

La acción nematocida del LINURON es mayor a la dosis máxima que a la mínima, aumentando el porcentaje de mortalidad en ambos casos de los 8 a los 15 días, siendo esto más acusado en el caso de la dosis máxima, con la que se obtienen los porcentajes de 65,75% y 78,39%, respectivamente. (Gráfico 2).

Con objeto de estudiar la irreversibilidad de la acción nematocida del herbicida, las larvas tratadas se mantuvieron durante 48 horas en las placas Petri con agua, comprobándose la acción nematocida ya que las larvas no se recuperaron ni recobraron su vitalidad durante este tiempo.



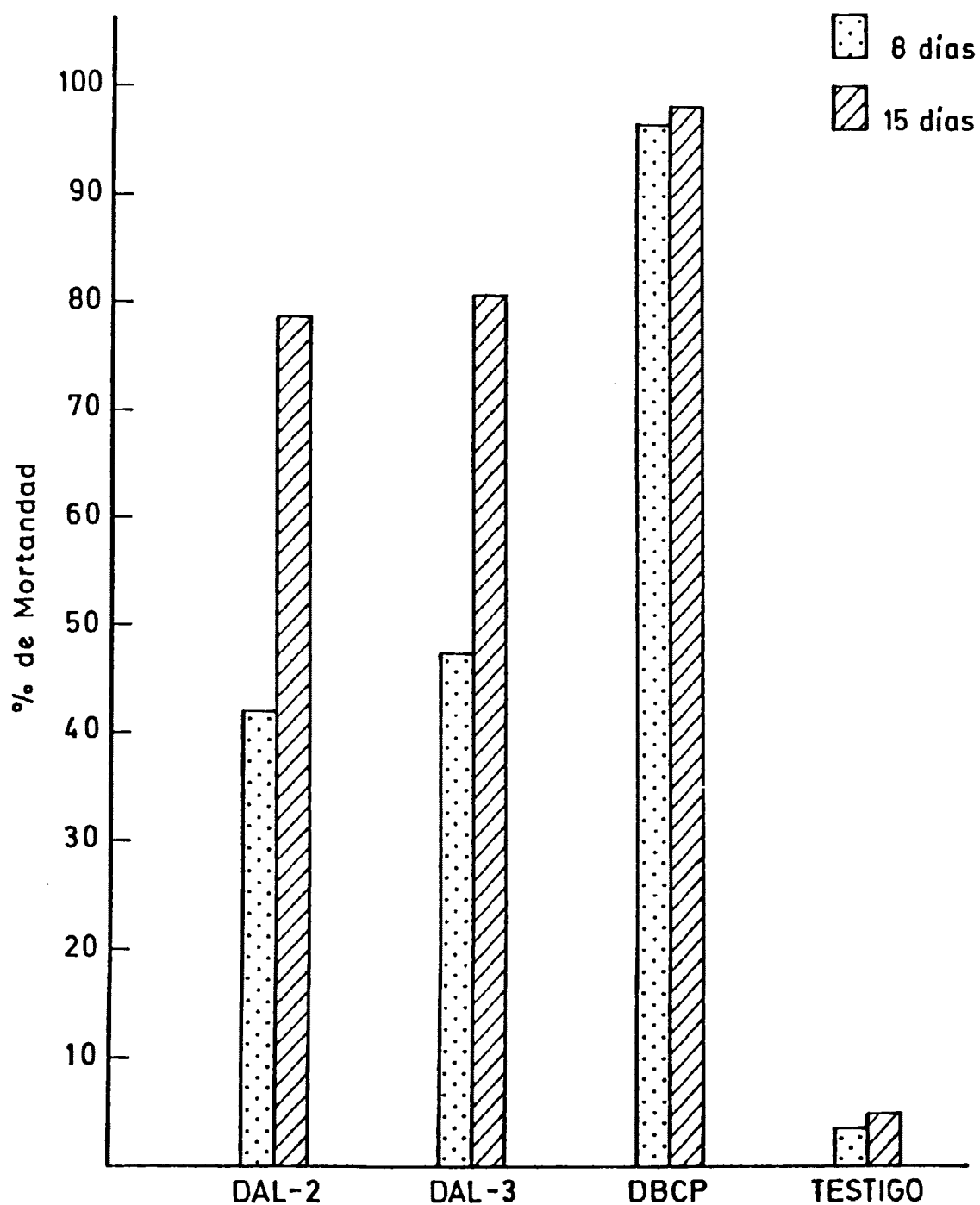
Graf.2.- Mortalidad de las larvas de *T.semipenetrans* a los 8 y 15 días del tratamiento con Linuron a 2.000 ppm (LIN-2) y 4.000 ppm (LIN-4).

B. HERBICIDA DE ACCION INTERNA:

=====

TRATAMIENTO (ppm)	DIAS	
	8	15
<u>DALAPON</u>		
20.000	42,75 (39,15)	78,62 (73,94)
30.000	47,26 (43,66)	80,78 (79,10)
<u>DBCP</u>		
83	96,49 (92,89)	98,17 (93,49)
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	3,6	4,68

No se observan marcadas diferencias entre la acción nematocida ejercida por las dos concentraciones del producto herbicida, siendo comparables entre sí a los 8 y 15 días de su aplicación. El porcentaje medio de mortalidad de las larvas de T. semipenetrans aumenta notablemente con ambas dosis a los 15 días del tratamiento en relación con el obtenido a los 8 días, (de 42,75% a 78,62% a la dosis mínima y de 47,26% a 80,78% a la dosis máxima), siendo a los 15 días comparables al obtenido con el nematocida DBCP. (Gráfico 3).



Graf.3.- Mortalidad de las larvas de T.semipenetrans a los 8 y 15 días del tratamiento con Dalapon a 20.000 ppm (DAL-2) y 30.000 ppm (DAL-3).

Es de interés indicar, que como en el caso del LINURON, las larvas que denominamos vivas bajo el tratamiento con DALAPON estaban muy afectadas, moribundas, haciendo casi imposible su diferenciación de las muertas. Por el contrario, como cabía de esperar, los nematodos extraídos de las macetas Testigo conservaban su vitalidad normal.

III.4.3. Acción de los Herbicidas sobre otros nematodos

Se estudia la acción de los herbicidas ensayados sobre otros nematodos presentes en las experiencias.

A continuación exponemos, en primer lugar, los resultados de las experiencias en pocillos, indicando el producto y dosis ensayadas, y los efectos sobre los géneros de nematodos encontrados, anotando entre paréntesis si son parásitos (P), saprófagos (S), o depredadores (D), y utilizando los siguientes símbolos para indicar la acción del herbicida: (+), el producto tiene una acción positiva causando la muerte del nematodo; (-), la acción del producto es negativa y el nematodo sobrevive. Cuando aparecen los dos símbolos juntos significa que el producto ha afectado al nematodo causando la muerte a algunos ejemplares,

mientras que otros sobreviven; por último, cuando no se hace notación significa que el nematodo no se hallaba presente en esa dosis.

BROMACILO
=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	<u>8.000</u>	<u>16.000</u>
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)		+
2. <u>Aphelenchoides</u> sp. (S)		+
3. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	+	+
4. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
5. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+	+
6. <u>Eucephalobus</u> sp. (S)	+	+
7. <u>Tylenchus</u> sp. (P)	+	+

No se observa selectividad del producto hacia los distintos géneros de nematodos, resultando afectados tanto los nematodos parásitos, como los saprófagos y depredadores bajo la acción de las dos concentraciones ensayadas.

DALAPON
=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	<u>20.000</u>	<u>30.000</u>
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)	-	-
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)	-	-
3. <u>Aglenchus</u> sp. (P)	-	
4. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	+ -	-
5. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
6. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+ -	+
7. <u>Diphterophora</u> sp. (S)	+	+
8. <u>Discolaimus</u> sp. (D)	+	+
9. <u>Eucephalobus</u> sp. (S)		-
10. <u>Heterodera</u> sp. (P) larvas	+	+
11. <u>Eudorylaimus</u> sp. (D)	+	+
12. <u>Rhabditis</u> sp. (S)	-	-
13. <u>Tylenchorhynchus</u> sp. (P)	+	+

Se observa una acción de contacto de ambas concentraciones del herbicida sobre los géneros de nematodos parásitos y depredadores; las formas saprófagas, excepto el género Diphterophora no se encuentran afectadas aún a la dosis mayor de 30.000 ppm.

DIURON

=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	<u>3.333</u>	<u>6.666</u>
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)	-	+
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)	-	
3. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	+	+
4. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
5. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+	+
6. <u>Cephalobus</u> sp. (S)		+
7. <u>Eudorylaimus</u> sp. (D)		+
8. <u>Paratylenchus</u> sp. (P)	+	+
9. Rhabditido indeter. (S)	-	

A la dosis menor, el producto afecta directamente a los nematodos parásitos y depredadores, pero no a los saprófagos, exceptuando a los ejemplares del género Aphelenchus. A la dosis mayor, de 6.666 ppm. todos los géneros de nematodos presentes estaban afectados por el tratamiento herbicida.

MCPA

=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	2.006	4.012
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)	+ -	+
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)	-	-
3. <u>Aphelenchoides</u> sp. (S)	-	-
4. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	-	-
5. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
6. <u>Aulolaimus</u> sp. (S)		+
7. <u>Basiria</u> sp. (P)		+
8. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+ -	+
9. <u>Cephalobus</u> sp. (S)	-	
10. <u>Eucephalobus</u> sp. (S)		+ -
11. <u>Eudorylaimus</u> sp (D)	+	+
12. <u>Helicotylenchus</u> sp. (P)	-	
13. <u>Meloidogyne</u> sp. (P)		+
14. <u>Merlinius</u> sp. (P)		+
15. <u>Paratylenchus</u> sp. (P)	+	+
16. <u>Pratylenchus</u> sp. (P)	-	+
17. <u>Rhabditis</u> sp. (S)	-	
18. <u>Rotylenchus</u> sp. (P)		+
19. <u>Tylenchorhynchus</u> sp. (P)	-	

Observamos una acción muy positiva del tratamiento herbicida sobre los nematodos depredadores; los saprófagos son los más resistentes a la acción del producto, sobreviviendo en la mayoría de los casos aún a la dosis mayor de 4.012 ppm. Todos los nematodos parásitos, algunos de los cuales no fueron afectados por la dosis mínima, fueron susceptibles a la acción de la dosis máxima ensayada.

MSMA
=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	2.426	4.159
1. <u>Alaimus</u> sp. (S)	+	+
2. <u>Acobeles</u> sp. (S)	+	+
3. <u>Amphidelus</u> sp. (S)		+
4. <u>Aphelenchoides</u> sp. (S)		-
5. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)		-
6. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
7. <u>Boleodorus</u> sp. (P)		+
8. <u>Ditylenchus</u> sp. (P)		+
9. <u>Eudorylaimus</u> sp. (D)	+	+
10. <u>Helicotylenchus</u> sp. (P)	+	+
11. <u>Mesorhabditis</u> sp. (S)		-
12. <u>Pelodera</u> sp. (S)	+	+
13. <u>Rhabditis</u> sp. (S)	+	+

La acción de ambas dosis del herbicida es eficaz sobre las formas parásitas y depredadoras; algunos nematodos saprófagos sobreviven aún a la dosis mayor de 4.159 ppm.

LINURON
=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	2.000	4.000
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)	+	+
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)	+	+
3. <u>Aphelenchoides</u> sp. (S)	+	+
4. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	+	+
5. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+	+
6. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+	+
7. <u>Diplogasteridae</u>		+
8. <u>Eucephalobus</u> sp. (S)	+	+
9. <u>Eudorylaimus</u> sp. (D)	+	+
10. <u>Helycotylenchus</u> sp. (P)		+
11. <u>Macroposthonia</u> sp. (P)		+
12. <u>Mesorhabditis</u> sp. (S)	+	+
13. <u>Nothocriconema</u> sp. (P)	+	+
14. <u>Rhabditis</u> sp. (S)	+	+

No se observan diferencias en la acción directa de ambas dosis del producto, afectando tanto a los nematodos parásitos, como a los depredadores y saprófagos.

PARAQUAT

=====

Nematodos	Dosis (ppm)	
	20	40
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)		+
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)	+ -	+
3. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	+	+
4. <u>Aporcelaimus</u> sp. (D)	+ -	+
5. <u>Boleodorus</u> sp. (P)	+	+
6. <u>Eucephalobus</u> sp. (S)	+	+
7. <u>Eudorylaimus</u> sp. (D)	+	+
8. <u>Helicotylenchus</u> sp. (P)		+
9. <u>Rhabditis</u> sp. (S)		+
10. <u>Tylenchus</u> sp. (P)		+

En general observamos que el Paraquat a las dosis ensayadas afecta directamente a todas las formas de nematodos presentes.

A continuación agrupamos los resultados, dando en primer lugar la relación de los distintos géneros de nematodos parásitos encontrados y sus reacciones ante los diferentes tratamientos, después los hacemos con los otros nematodos, saprófagos y depredadores.

Acción de la Dosis máxima de los diferentes Herbicidas sobre los géneros de
nematodos parásitos

NEMATODOS	TRATAMIENTOS, Dosis (ppm)						
	Ac.Interna				Contacto y Ac.Inter.		
	BROMACILO 8.000	DALAPON 30.000	DIURON 6.666	MCPA 4012	MSMA 4159	LINURON 4.000	PARAQUAT 40
1. <u>Aglenchus</u> sp.		-					
2. <u>Basiria</u> sp.				+			
3. <u>Boleodorus thylac-</u> <u>tus</u>	+	+	+	+	+	+	+
4. <u>Ditylenchus</u> sp.					+		
5. <u>Helicotylenchus</u> sp.					+	+	+
6. <u>Heterodera</u> sp.		+					
7. <u>Macroposthonia micro-</u> <u>dorus</u>						+	
8. <u>Meloidogyne</u> sp.				+			
9. <u>Merlinius</u> sp.				+			
10. <u>Nothocriconema muta-</u> <u>bile</u>						+	
11. <u>Paratylenchus</u> sp.			+	+			
12. <u>Pratylenchus</u> sp.				+			
13. <u>Rotylenchus</u> sp.				+			
14. <u>Tylenchorhynchus</u> sp.		+					
15. <u>Tylenchus</u> sp.	+						+

Todos los nematodos parásitos presentes en los ensayos han sido afectados por los tratamientos herbicidas, destacando la especie Boleodorus thylactus que, por aparecer en todos los casos, resulta el más significativo. Respecto a los herbicidas, tanto los de contacto, como los de acción interna y los de contacto y acción interna afectan la vitalidad de los nematodos, acción muy patente con el tratamiento de MCPA, bajo cuya influencia se encontró el mayor número de nematodos parásitos.

Acción de la Dosis máxima de los diferentes Herbicidas sobre los géneros de nematodos saprófagos y depredadores

NEMATODOS	TRATAMIENTOS, Dosis (ppm)						
	Ac.Interna				Contacto y Ac.Inter.		
	BROMACILO 8.000	DALAPON 30.000	DIURON 6.666	MCPA 4012	MSMA 4159	LINURON 4.000	PARAQUAT 40
1. <u>Acrobeles</u> sp.		-	+	+	+	+	+
2. <u>Acrobeloides</u> sp.		-		-		+	+
3. <u>Alaimus</u> sp.					+		
4. <u>Amphidelus</u> sp.					+		
5. <u>Aphelenchoides</u> sp				-	-	+	
6. <u>Aphelenchus</u> sp.	+	-	+	-	-	+	+
7. <u>Aporcelaimus</u> sp.(D)	+	+	+	+	+	+	+
8. <u>Aulolaimus</u> sp.				+			
9. <u>Cephalobus</u> sp.			+				
10. <u>Diphterophora</u> sp.		+					
11. <u>Discolaimus</u> sp.(D)		+					
12. <u>Eucephalobus</u> sp.	+	-		+		+	+
13. <u>Eudorylaimus</u> sp.(D)		+	+	+	+	+	+
14. <u>Mesorhabditis</u> sp.					-	+	
15. <u>Pelodera</u> sp.					+		
16. <u>Rhabditis</u> sp.		-			+	+	+

Se observa que los nematodos depredadores pertenecientes a los Gros. Aporcelaimus, Discolaimus y Eudorylaimus están afectados por todos los tratamientos herbicidas; los nematodos saprófagos reaccionan de distinta forma ante los distintos tipos de productos ensayados, como los Gros. Acrobeles y Aphelenchus, pero en general son los más resistentes ante los tratamientos herbicidas. De los productos estudiados, los más eficaces han sido el Linuron y Paraquat que afectan a todos los géneros de nematodos presentes, seguidos del MSMA, herbicida de contacto y del Diuron entre los de acción interna.

La acción de los herbicidas sobre los nematodos en el suelo se estudió con aquellos productos que habían tenido una acción muy positiva sobre las larvas del "nematodo de los cítricos", T. semi-penetrans: Linuron, MSMA y Dalapon. En los resultados que se exponen a continuación observamos que los nematodos depredadores siguen siendo los más afectados por los tres herbicidas; los Gros. parásitos y saprófagos, no muy abundantes en estas experiencias, presentan una reacción irregular, y por lo general los tratamientos realizados no han sido muy eficaces sobre ellos.

Acción de la Dosis máxima de los Herbicidas sobre los nematodos en el suelo

NEMATODOS	TRATAMIENTOS, Dosis (ppm)		
	<u>Ac.Interna</u>	<u>Contacto</u>	<u>Contacto y Ac.Interna</u>
	DALAPON 30.000	MSMA 4159,2	LINURON 4.000
1. <u>Acrobeles</u> sp. (S)	-	+ -	+
2. <u>Acrobeloides</u> sp. (S)			-
3. <u>Amphidelus</u> sp. (S)	+		
4. <u>Aphelenchoides</u> sp. (S)			-
5. <u>Aphelenchus</u> sp. (S)	-		-
6. <u>Aporcelaimus</u> sp.(D)	+ -	+	+ -
7. <u>Diplogaster</u> sp. (S)		-	
8. <u>Discolaimus</u> sp.(D)			-
9. <u>Eudorylaimus</u> sp.(D)	+	+	+
10. <u>Helicotylenchus</u> sp.(P)	-		
11. <u>Mesorhabditis</u> sp. (S)		-	
12. <u>Rhabditis</u> sp. (S)		-	
13. <u>Tylenchus</u> sp.(P)			+

III.5. ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ACCION
NEMATICIDA DE LOS INSECTICIDAS

Para el estudio de la acción de los insecticidas sobre los nematodos se realizó una revisión bibliográfica de los trabajos que, durante los 10 últimos años, se vienen realizando con el mismo fin, con objeto de elegir los productos que se iban a estudiar. De esta forma se han elegido diferentes insecticidas Clorados, Fosforados orgánicos y Carbamatos, cuyas características encontramos en el capítulo de material y métodos.

Como en las experiencias con herbicidas, los ensayos se realizaron aplicando los productos, en disolución acuosa, directamente sobre los nematodos aislados en pocillos o sobre macetas con suelo recogido directamente de un huerto de naranjos, que contenía los nematodos característicos del cultivo.

Según lo anteriormente expuesto dividiremos este capítulo en dos apartados: acción directa de los insecticidas sobre T. semipenetans y acción de los insecticidas sobre T. semipenetans en el suelo.

III.5.1. Acción de los insecticidas sobre T. semipenetans

Se han elegido 5 de los insecticidas que con mayor frecuencia se han estudiado por su posibilidad en el control de plagas

de insectos en el cultivo de cítricos: Clorados (Aldrín y Heptacloro), Fosforados orgánicos (Diazinón y Fentión) y Carbamato (Carbofuran). Excepto el Fentión, que se aplica a la parte aérea de la planta, los demás se utilizan para combatir los insectos del suelo, haciéndose los tratamientos sobre el mismo.

Para comparar los resultados se utilizó como nematocida el DBCP; así mismo todos los ensayos se acompañaron de los correspondientes controles en agua.

La duración de las experiencias fué de 3 días. Los nematodos se observaron a las 2, 4, 24, 48 y 72 horas de los tratamientos, manteniendo los pocillos tapados en estufa a 24°C entre las distintas observaciones. En cada una de estas se anotaba la evolución seguida por las larvas de T. semipenetrans en cada caso y que exponemos a continuación en unos cuadros en los que los signos empleados tienen la siguiente significación:

- : la mayoría de las larvas contenidas en los pocillos están vivas, moviéndose con normalidad.
- + - : las larvas se observan afectadas en sus movimientos, apareciendo aletargadas y con formas retorcidas.
- + : alrededor de un 30% de las larvas están muertas
- + + : " " 60% " " " "
- +++ : " " 90% " " " "

A. INSECTICIDAS CLORADOS:

HEPTACLORO: CLORDINOL (255 gr/lit. Heptacloro) LE.
=====

TRATAMIENTO (ppm)	Tiempo (horas)				
	2	3	24	48	72
<u>HEPTACLORO</u>					
1.000	+ -	+ -	+	+	+
2.000	+ -	+ -	+	++	+++
<u>DBCP</u>					
83	+ -	+ -	+++		
<u>TESTIGO</u>					
(agua)	-	-	-	-	-

El efecto nematocida del Heptacloro ya se observa a las dos horas de su aplicación a la concentración menor, por la disminución de los movimientos normales de las larvas. La disolución a 2.000 ppm del producto mata casi todas las larvas del T. semi-penetrans a los 3 días de su aplicación. Como puede observarse, el efecto de la concentración a 2.000 ppm es aproximadamente doble que el producido por la concentración de 1.000 ppm.

Por otra parte se estudia el efecto nematocida del producto sobre otros géneros de nematodos presentes, observando la mortalidad de las formas depredadoras: Discolaimus sp., Aporcelaimus sp y Eudorylaimus sp.; el saprófago Acrobeles sp. y los parásitos Helicotylenchus sp., Paratylenchus microdorus y Xiphinema sp. a la dosis máxima ensayada.

ALDRIN: SUELOSANA emulsionable (38% ALDRIN) LE.
=====

TRATAMIENTO (ppm)	Tiempo (horas)				
	2	3	24	48	72
<u>ALDRIN</u>					
1.000	+ -	+ -	+	++	++
2.000	+ -	+ -	+	++	++
<u>DBCP</u>					
83	+ -	+ -	+++		
<u>TESTIGO</u>					
(agua)	-	-	-	-	-

No existen diferencias entre la acción nematocida ejercida por las dos concentraciones utilizadas del producto; el efecto de ambas sobre el movimiento de las larvas ya se observa a las dos horas de su aplicación, alcanzándose un porcentaje de mortalidad de alrededor del 30% a las 24 horas, que aumenta a las 72 horas hasta alrededor del 60%. Las larvas de T. semipenetrans que permanecían vivas al finalizar el ensayo poseían muy poco movimiento, siendo éste menor a la concentración de 2.000 ppm que a 1.000 ppm.

La acción nematocida del producto se observa sobre otro género de nematodos presentes; la dosis máxima causa la muerte a las formas parásitas: Boleodorus thylactus, Tylenchus sp., Tylenchorhynchus sp. y Paratylenchus microdorus; así mismo los nematodos depredadores: Discolaimus sp., Aporcelaimus sp. y Eudorylaimus sp. aparecían muertos al finalizar los ensayos, como los saprófagos: Aphelenchus costatus, A. avenae, Acrobeles sp., Alaimus sp., Rhabditis sp., Cephalobus sp. y Acrobeloides sp.

B. INSECTICIDAS FOSFORADOS:

DIAZINON: BASUDIN 10 (9% de Diazinón) GR.

=====

<u>TRATAMIENTO</u> (ppm)	<u>Tiempo (horas)</u>				
	2	3	24	48	72
<u>DIAZINON</u>					
1.000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
2.000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
5.000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
7.500	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
10.000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
20.000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
<u>DBCP</u>					
83	+ -	+ -	+ + +		
<u>TESTIGO</u>					
(agua)	-	-	-	-	-

A todas las concentraciones estudiadas el insecticida afecta a las larvas desde las primeras horas del tratamiento disminuyendo su movimiento, que llega a hacerse casi imperceptible. Al finalizar la experiencia no se produjo una mortalidad significativa, pero las larvas estaban muy afectadas como podía verse por sus formas retorcidas y su casi inmovilidad, en comparación con la supervivencia normal de las larvas en el pocillo testigo.

FENTION: LEBAYCID 40 PM (40% Fenti3n) PM.
=====

TRATAMIENTO (ppm)	Tiempo (horas)				
	2	3	24	48	72
<u>FENTION</u>					
100	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
200	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
500					+ -
1000					+ -
2000					+ -
<u>DBCP</u>					
83	+ -	+ -	+ + +		
<u>TESTIGO</u>					
(agua)	-	-	-	-	-

La acci3n producida por las concentraciones m1s bajas de la disoluci3n insecticida sobre el movimiento de las larvas de T. semipenetrans se observa en las primeras horas de los tratamientos; la disminuci3n de la movilidad es mayor a 200 que a 100 ppm. A las concentraciones de 500, 750, 1000 y 2000 ppm no se pueden observar las larvas debido al efecto de la emulsi3n del producto, y a las 72 horas de la aplicaci3n de estas concentraciones, se lava el contenido de los pocillos correspondientes con agua destilada reuni3ndose las larvas en placas Petri para su observaci3n. Las larvas aparecen, como a las concentraciones de 100 y 200 ppm, alertadas y casi inm3viles, pero no muertas.

C. CARBAMATOS:

CARBOFURAN: CURATERR (5% Carbofuran) GR.
=====

TRATAMIENTO (ppm)	Tiempo (horas)				
	2	3	24	48	72
<u>CARBOFURAN</u>					
1000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
2000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
5000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
7500	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
10000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
20000	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -
<u>DBCP</u>					
83	+ -	+ -	+ + +		
<u>TESTIGO</u>					
(agua)	-	-	-	-	-

Como con los tratamientos con los insecticidas fosforados, este carbamato a las concentraciones ensayadas afecta a las larvas de T. semipenetrans en sus movimientos, dejándolas aletargadas y casi inmóviles. La disminución de la movilidad aumenta a las concentraciones mayores pero no llega a producirse la muerte aún a la concentración mayor de 20.000 ppm.

Las experiencias "in vitro" con aplicaciones insecticidas muestran claramente que estos plaguicidas afectan directamente a las larvas de T. semipenetans. Respecto a los Insecticidas Clorados observamos que las disoluciones al 0,1 y 0,2% de Aldrín y Heptacloro son letales para las larvas del nematodo, ya a los pocos días de su aplicación. En cuanto a los Insecticidas Organofosforados y Carbamatos estudiados, se puede afirmar que también actúan directamente sobre las larvas, aún cuando no les producen la muerte, afectando sus movimientos normales y que este efecto no dependen de la dosis utilizada, ya que las observaciones son idénticas en todas las que han sido ensayadas.

III.5.2. Acción de los Insecticidas sobre T. semipenetans en el suelo

Los Insecticidas Clorados, Aldrín y Heptacloro demostraron una acción directa eficaz en los ensayos sobre las larvas de Tylenchulus semipenetans "in vitro"; así mismo, con los Insecticidas organofosforados, Diazinón y Fentión, y el Carbamato, Carbofuran, se ha observado una acción de contacto que, si no fué letal como con los Insecticidas Clorados, no deja de ser

importante puesto que la inmovilidad producida en las larvas, de repetirse en el suelo, impediría su normal desplazamiento hacia las raíces de las plantas y el consiguiente parasitismo de las mismas, así como la imposibilidad de completar su ciclo biológico.

El suelo utilizado en estas experiencias se recogió en un huerto de limoneros de Benejusa (Alicante), del que se conocía la fuerte infestación; las dosis empleadas de cada producto se calcularon a partir de la máxima aconsejada para su aplicación en campo y según la superficie de la maceta.

A los 8 y 15 días después de los tratamientos se realizó la extracción de los nematodos por el método de centrifugación, tomando una maceta correspondiente a cada tratamiento realizado, así como una tratada con el nematicida y otra testigo. Una vez extraídos los nematodos, y dispuestos en placas Petri con agua, se observó su estado bajo un microscopio estereoscópico para conocer el efecto causado por cada tratamiento, así como el producido por el nematicida y el estado de las larvas sin tratar (Testigo).

A continuación se relacionan los resultados observados en cada caso, utilizando los mismos símbolos y su significado que en los ensayos realizados "in vitro":

TRATAMIENTO (ppm)	Tiempo (Días)	
	8	15
<u>ALDRIN</u>		
1	+ -	+ -
<u>HEPTACLORO</u>		
10	+ -	+ -
<u>DIAZINON</u>		
750	+ -	+ -
<u>FENTION</u>		
250	+ -	+ -
<u>CARBOFURAN</u>		
250	+ -	+ -
<u>DBCP</u>		
83	+ + +	+ + +
<u>TESTIGO</u>		
(agua)	-	-

Como puede observarse en el cuadro anterior, ninguno de los tratamientos insecticidas tuvo una acción letal sobre las larvas de T. semipenetrans. En cuanto al tratamiento con Aldrín, las larvas permanecían vivas, pero con movimientos muy disminuidos en comparación con las de las macetas Testigo, a los 8 y 15

días después de los tratamientos; lo mismo ocurre tratando los suelos con Heptacloro, y aún cuando a los 8 días del tratamiento algunas larvas están afectadas, ello no es significativo en comparación con el resultado observado en las macetas testigo; a los 15 días las larvas permanecían vivas aunque moviéndose más lentamente.

En cuanto a los Insecticidas organofosforados, Diazinón y Fentión, y el Carbamato Carbofurán, los tres actúan sobre las larvas de T. semipenetrans al afectar sus movimientos normales, de modo que las larvas aparecen casi inmóviles y aletargadas, diferenciándolas con claridad de las larvas sin tratar, que presentan una vitalidad normal.

A la vista de los resultados obtenidos en las dos experiencias, acción de los Insecticidas sobre larvas de T. semipenetrans en suspensión y en suelo de macetas, podemos afirmar que estos plaguicidas tienen una acción directa sobre este nematodo; los Insecticidas Clorados, Aldrín y Heptacloro, por sus características de hidrocarburos halogenados tienen una acción de contacto acusada sobre los nematodos "in vitro"; en los ensayos en suelo de macetas no se observó el mismo efecto, pudiendo deberse a la utilización de dosis más bajas.

En cuanto a los Insecticidas Organofosforados y Carbamatos, con propiedades sistémicas, está claro que tienen efecto directo sobre las larvas del "nematodo de los cítricos", tanto en suspensión como contenidos en suelo de macetas, afectando sus movimientos y dejándolas casi inmóviles y aletargadas.

IV. DISCUSSION

Puesto de manifiesto que la problemática nematológica de nuestros cultivos de cítricos está planteada fundamentalmente por la presencia del T. semipenetrans, conocido vulgarmente como el "nematodo de los cítricos" y altamente patógeno al cultivo, tratamos en primer lugar de resolver algunas cuestiones planteadas sobre su distribución geográfica, su especificidad y formas de dispersión, para estudiar luego la influencia que tienen en el control de sus poblaciones algunos de los tratamientos fitosanitarios que se realizan en el cultivo de los agrios, tratando de comparar nuestros resultados con los de otros autores, y determinar cuales han sido las nuevas aportaciones de nuestro trabajo. Para ello establecemos la discusión de los siguientes apartados:

- Revisión de la distribución de T. semipenetrans en España.
- Estudio experimental de la especificidad de T. semipenetrans.
- Estudio de la nematofauna en viveros de agrios.
- Estudio de la acción nematocida de herbicidas.
- Estudio de la acción nematocida de insecticidas.

Revisión de la distribución de T. semipenetrans en España

La revisión de la distribución del T. semipenetrans en nuestro país, se ha basado por una parte en el trabajo de Alvi-
====
ra (1974) al que aludíamos en el Capítulo de Antecedentes, que
==
reune las citas del nematodo en España, así como las localidades y variedades donde el parásito fué citado negativamente o nó fué encontrado a pesar de haberse estudiado muestras de cítricos. Es
tas dos últimas circunstancias pueden ser de gran interés para un mayor conocimiento del parásito debido, a la posible existencia de patotipos Arias et al. (1964), o variedades de cítricos
====
resistentes a sus ataques, Baines et al. (1969).
=====

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, pensamos en la necesidad de muestrear de nuevo en aquellas localidades y variedades donde T. semipenetrans no fué encontrado o no fué citado, a pesar de haberse estudiado muestras de cítricos. Así mismo hemos realizado muestreos en distintas provincias del país, en localidades y variedades que no habían sido estudiadas, para así completar la distribución geográfica del nematodo y ampliar nuestro conocimiento acerca de sus características biogeográficas, por lo cual algunos de estos muestreos se realizaron en zonas no propiamente citrícolas.

Alvira (1974) recoge 78 citas de estudio de muestras de
=====
cítricos en nuestro país de las cuales el 56,4% eran positivas
observándose la presencia de T. semipenetrans, y el 43,5% res-
tante correspondía a muestras donde el nematodo había sido ci-
tado negativamente (11,5%) o donde no se había encontrado a pe-
sar de haberse estudiado muestras de cítricos (32,0). Analiza-
mos 29 de las 34 citas que corresponden a los dos últimos por-
centajes, observando siempre la presencia de T. semipenetrans
con lo cual el porcentaje de aparición del nematodo en las mues-
tras de cítricos estudiadas en nuestro país se eleva a un 93,5%.

De todo ello se deduce que la ausencia del T. semipene-
trans en los trabajos anteriores, puede ser debido, en la mayo-
ría de los casos, a los métodos de muestreo y extracción. En
nuestro trabajo hemos empleado el método de centrifugación de
De Grisse (1969) considerado por Alvira (1974) como el más idó-
=====
neo para la extracción de los nematodos asociados a los cítri-
cos, al compararlo con el de Seinhorst (1962), y que fué utili-
=====
zado en los trabajos anteriores a que nos referimos, ya que con
este último gran número de nematodos son retenidos, pudiendo
llegar a alcanzar en algunos casos cifras tan altas como 17.660

individuos por Kg. de suelo. Conviene indicar que el no haberse citado a T. semipenetrans en Alcanar (Tarragona) sobre la especie Poncirus trifoliata puede deberse a que esta especie es resistente a los ataques del nematodo.

Respecto a la posibilidad de existencia de diferentes razas parasitológicas en nuestros cultivos, se observa menos aceptable, por cuanto Navacerrada (1975) encuentra larvas de este nematodo en cultivos de viñedo en varias localidades y en el presente trabajo aparecen en todas aquellas localidades y variedades que anteriormente habían sido citadas negativamente.

Los resultados de nuestros análisis, y teniendo en cuenta la revisión de Alvira (1974), nos permiten citar la presencia de T. semipenetrans en las siguientes localidades y variedades de cítricos: Crevillente (A): C. sinensis Osbeck; Hornachos (Ba): C. sinensis Osbeck.; Madrid capital: C. aurantium L.; Cómputa (Ma): C. limón Burm.; Churriana (Ma): C. limón Burm. y C. sinensis Osbeck.; Pizarra (Ma): C. limón Burm. y C. sinensis Osbeck.; Cártama (Ma): C. sinensis Osbeck.; La Mayora (Ma): C. limón Burm. var. eureka, C. limón Burm. var. mesero, C. paradisi Macf., C. reticulata Blanco var. clementino, C. sinensis Osbeck. var.

salustiana, C. sinensis Osbeck. var. Washington navel y C. sinensis Osbeck. var. cadenera; Alcantarilla y El Algar (Mu):
=====
C. limón Burm.; Marchena (S): C. aurantium L.; Paradas (S):
=====
C. aurantium L., C. limón Burm., C. reticulata Blanco, C. reticulata Blanco var. clementino y C. sinensis Osbeck.; Carcagente,
=====
Riola y Rocafort y Valencia capital (V): C. sinensis Osbeck.;
=====
Alcanar (T): C. aurantium L. var. naranjo borde.
=====

De los datos anteriores, excluyendo 7 localidades donde el T. semipenetrans se había encontrado en otras variedades de cítricos, citamos por primera vez en España la presencia del nematodo en las 11 localidades y en las variedades siguientes:

Madrid capital: C. aurantium L.; Paradas (Sevilla): C. aurantium
=====
L., C. limón Burm., C. reticulata Blanco, C. reticulata Blanco
var. clementino, y C. sinensis Osbeck.; Crevillente (Alicante):
=====
C. sinensis Osbeck.; Hornachos (Badajoz): C. sinensis Osbeck.;
=====
Cártama y Pizarra (Málaga): C. sinensis Osbeck.; El Algar (Mur-
=====
cia): C. limón Burm.; Carcagente, Riola y Rocafort (Valencia):
=====
C. sinensis Osbeck.; y Alcanar (Tarragona): C. aurantium L. var.
=====
naranjo borde.

Por otra parte se han estudiado un total de 41 muestras de cítricos, 2 de vid y 1 de olivo, de nuevas localidades o en

variedades no estudiadas de localidades que ya lo fueron, ampliando en 6 nuevas provincias el estudio de la presencia del T. semipenetrans, que se observó en el 63,6% de las muestras de cítricos analizadas, resultando negativas las de vid y olivo. De las 6 nuevas provincias estudiadas: Avila, Salamanca, Pontevedra, Córdoba, Cáceres y Toledo, en las cuatro primeras se ha observado por primera vez la presencia del "nematodo de los cítricos",

Los resultados de los análisis realizados en nuevos muestreos nos permiten citar por primera vez en España la presencia del T. semipenetrans en las 14 localidades y variedades siguientes: Crevillente (Alicante): C. aurantium L.; El Llano de Candaleda (Avila): Citrus spp.; Lanzahita (Avila): C. limón Burm.; S. Pedro de Mérida (Badajoz): Naranja; Bujalance (Córdoba): C. limón Burm.; Pinos del Valle (Granada): C. limón Burm.; Cártama (Málaga): C. limón Burm.; Benejuzá (Murcia): C. limón Burm.; El Puntal (Murcia): C. limón Burm.; Moaña (Pontevedra): C. limón Burm.; Saucelle (Salamanca): C. aurantium L.; Paradas (Sevilla): C. sinensis Osbeck. variedades, navelate, cadenera sin hueso, sucreña, cadenera con hueso, doble fina, C. aurantifolia Swingle., y C. paradisi Macf.; Alcalá de Guadaira (Sevilla): C. aurantium L.; Cherta (Tarragona): C. sinensis Osbeck. y C. sinensis Osbeck.

var. Washington navel; lo que junto a las anteriormente señaladas, supone citar la presencia del "nematodo de los cítricos" en 22 nuevas localidades de nuestro país.

La presencia de T. semipenetrans en las provincias de Avila, Salamanca y Pontevedra, en localidades caracterizadas por presentar un microclima de tipo mediterráneo, nos permite resaltar la importancia que pueden tener en la distribución de la especie las características climáticas, especialmente la temperatura, como ya indicaron Bello et al. (1974). La influencia de este factor puede considerarse como una de las causas principales que influyen sobre la distribución geográfica de T. semipenetrans.

Los resultados obtenidos con nuestro trabajo nos permiten afirmar que el T. semipenetrans se distribuye por todas las zonas del país donde crecen cítricos, y no solo en las regiones típicamente citrícolas, donde cabría pensar que las características de las mismas, así como las prácticas de cultivo, favorecerían su dispersión de un huerto a otro. En este sentido la presencia del nematodo en zonas muy alejadas de las citrícolas, como Pontevedra, Avila y Salamanca, nos advierte de las formas de dispersión de los nematodos de las que, en este caso, nos hace

pensar que la formación de huertos con plantones que transportan en sus raíces o en el suelo del cepellón larvas y hembras de T. semipenetrans, sería la más importante.

Estudio experimental de la especificidad de T. semipenetrans

En estudios experimentales de infestación de vid y olivo con poblaciones de T. semipenetrans, Jiménez-Millán (1966) obtuvo resultados negativos; sin embargo Tobar et al. (1970) y Nava-cerrada (1975) han citado a este nematodo en viñedos, e incluso recientemente se han encontrado larvas del nematodo asociadas a raíces de platanera en Canarias. Por otro lado Arias et al. (1964) apuntaban la posible existencia de diferentes patatipos o razas parasitológicas del T. semipenetrans en nuestros cultivos.

Todo ello nos ha llevado a realizar una serie de infestaciones experimentales que nos confirmasen la alta especificidad del parásito hacía el cultivo de los cítricos o por el contrario, y como ha sucedido, los resultados nos permitiesen afirmar que el T. semipenetrans puede atacar a otros cultivos de nuestro país.

Los resultados observados en las infestaciones de plantas de Olea europea var. muraiola (olivo), nos permiten afirmar que el nematodo puede parasitar sus raíces, como ya fué indica-

do por Baines y Thorne (1952) en E.E.U.U.; en nuestro país los
===== trabajos anteriores siempre habían dado resultados negativos,
Jiménez-Millán (1966). Por otra parte, Baines et al. (1974) se
===== ñalaban la existencia de 4 patotipos de T. semipenetrans, 3 de
los cuales son capaces de parasitar las raíces del olivo, y un
cuarto no lo parasita pudiendo hacerlo a las raíces de vid. Es
ta circunstancia y los resultados negativos observados por
Jiménez-Millán (1966) nos hacen pensar en la posible existencia
===== de diferentes patotipos del nematodo en nuestros cultivos.

En cuanto a las experiencias en plantas de Vitis vinife-
ra L. (vid), los resultados observados nos confirman la capaci-
dad del nematodo para parasitar a este cultivo, de acuerdo con
las observaciones de Tobar et al. (1970) y Navacerrada (1975),
===== lo cual dados los resultados negativos de Jiménez-Millán (1966)
===== en estudios experimentales, nos hacen pensar de nuevo en la
existencia de varios patotipos del T. semipenetrans en nuestro
país.

En el estudio de las raíces de las plataneras y tomate,
no se observó ninguna hembra de T. semipenetrans; la presencia
de larvas del nematodo encontradas en asociación con raíces de

platanera en Canarias bien pudiera ser debido a la presencia de cítricos en sus proximidades, no pudiendo hablarse por el momento de un parasitismo hacia este cultivo, debiéndose realizar nuevos estudios que lo confirmen.

Nuestros resultados en relación con la especificidad del T. semipenetrans son de gran interés, ya que la observación de un parasitismo positivo del nematodo hacia plantas de vid y olivo deben servir para tomar precauciones en los cultivos respectivos ya establecidos, muchos de los cuales están situados cerca de huertos de agrios, y evitar con ello las consecuencias que puedan derivarse de la asociación huésped-parásito.

Estudio de la nematofauna en viveros de agrios

Dado que la principal forma de dispersión de los nematodos asociados a los cítricos se realiza a través de los plantones transportados de un huerto a otro, la utilización de plantas libres de nematodos en la creación de nuevos huertos constituye la principal medida de prevención de una plaga. En nuestro país, desde el año 1968, existen una serie de Viveros de Agrios oficialmente autorizados que comercializan todos los plantones que se destinan a la creación o replante de huertos de cítricos.

Por todo ello se ha realizado un estudio de varios de los viveros de agrios oficialmente autorizados, analizando las raíces de los plantones y el suelo donde se cultivan con el fin de conocer la nematofauna existente.

Se han estudiado 24 plantones de distintas variedades de cítricos cultivadas en los viveros encontrando 28 géneros de nematodos que agrupamos según que su acción sea parásita, saprofaga o depredadora, dando entre paréntesis el porcentaje de su presencia en el total de las muestras estudiadas, parásitas: Aglenchus sp. (4,1), Basiria sp. (12,5), Boleodorus sp. =====

(37,5), Criconemoides sp. (4,1), Ditylenchus sp. (4,1), Helicotylenchus sp. (12,5), Macrosposthonia sp. (4,1), Merlinius sp. (4,1), Paratylenchus sp. (12,5), Pratylenchus (12,5), Rotylenchus sp. (12,5), Tylenchorhynchus sp. (4,1), Tylenchus sp. (45,8), Xiphinema pachtaicum (29,1), Zygotylenchus sp. (4,1) y Tylenchulus semipenetrans (8,3); saprófagos: Acrobeles sp. (8,3), Acrobeloides sp. (12,5), Aphelenchus sp. (16,6), Diptherophora sp. (12,5), Dorylaimido indet. (25,0), Eucephalobus sp. (8,3), Mesorhabditis sp. (4,1), Pelodera sp. (12,5), Rhabditis sp. (41,6) y Zeldia sp. (4,1); depredadores: Mylonchulos sp. (25,0), Eudorylaimus sp. (29,1) y Aporcelaimus sp. (16,6); se observa un mayor número de nematodos parásitos que saprófagos y depredadores.

Desde un punto de vista cualitativo, al comparar estos resultados con los dados por Bello et al. (1973), vemos que los géneros de nematodos encontrados se han citado para nuestros cultivos de cítricos, excepto la especie Macroposthonia spheroccephala y los géneros Eucephalobus, Pelodera, Zeldia sp., Mesorhabditis sp., Eudorylaimus sp y Aporcelaimus sp. Estos nematodos, excepto Pelodera, han sido citados según Alvira (1974), en este cultivo en otros países: Macroposthonia spheroccephala en

las Antillas francesas, Kermarrec et al. (1972), Eucephalobus
 sp. y Zeldia sp. en Estados Unidos, Brzeski (1965) y en Vene-
 zuela, Loof (1964), Mesorhabditis sp. y Eudorylaimus sp. en
 Venezuela, Loof (1964) y Aporcelaimus sp. en Estados Unidos,
 Brzeski (1965) y en Túnez, Ritter (1959).

Teniendo en cuenta los porcentajes de presencia hay que destacar los Gros. Boleodorus (37,5) y Tylenchus (45,8), que aparecen en 4 y 5 viveros respectivamente. En cuanto a la importancia de su presencia, únicamente T. semipenetrans y el Gro. Zygotylenchus; este último aparece sólo en uno de los viveros pero su importancia se debe al ser un nematodo endoparásito.

En cuanto a la distribución de los distintos nematodos en los viveros estudiados, se observa un número mayor de nematodos fitoparásitos en los pertenecientes a las provincias de Castellón y Alicante; por el contrario en el vivero de la provincia de Sevilla el número de nematodos saprófagos era muy superior.

La dispersión de los nematodos a través de plantas de viveros ha sido denunciada reiteradamente por autores extranjeros; en nuestro país Guevar y Tobar (1964) estudiando vive-

ros granadinos de frutales y plantas ornamentales, observaron la presencia de nematodos tan patógenos como Meloidogyne sp., y Pratylenchus penetrans, recomendando las más severas prácticas de control nematológico en tales viveros, para evitar la diseminación de los nematodos, y Ortuño-Martínez et al. (1969) ===== señalaron la presencia de altas poblaciones del "nematodo de los cítricos" en viveros de agrios de la provincia de Murcia, denunciando a los portainjertos procedentes de estos viveros como un medio alarmante de difusión de esta plaga.

Para nosotros, los resultados obtenidos en los viveros estudiados, permiten afirmar que aún con nematofauna característica del cultivo de cítricos, estos viveros no presentaban poblaciones alarmantes de nematodos fitoparásitos; sin embargo, la presencia en dos de ellos de un número de larvas del T. semipenetrans alrededor de las raíces de plantones debe advertirnos del peligro potencial que supone en la dispersión de este nematodo a nuevos huertos, ya que, como indica Du Charme (1969) ===== sólo con transportar un nematodo en una raíz de un cítrico puede ser suficiente para comenzar una infestación local y causar, en consecuencia, pérdidas enormes.

Estudio de la acción nematicida de herbicidas e insecticidas

Se estudia la acción nematicida de los Herbicidas e Insecticidas seleccionados, por una parte sobre los nematodos en suspensión, y por otra sobre los nematodos en suelo de macetas. Para ello hemos seguido las indicaciones de McBeth y Bergeson (1953), Welle (1964) y Feldmesser (1972), según los cuales el ensayo primario de un producto candidato a nematicida hacia un nematodo debe proyectarse hacia un test de toxicidad, independientemente del suelo, en orden a eliminar tales factores como la adsorción o inactivación del producto químico por el suelo. Debido a que la mayoría de los nematodos requieren un film de humedad para sobrevivir y un nematicida debe penetrar ese film para tomar contacto con el nematodo, los métodos más prácticos de ensayo de productos químicos para la toxicidad básica son en solución acuosa o emulsión.

Posteriormente se evalúa la acción nematicida de los productos en el suelo, según las indicaciones de Oostenbrink (1954) por las cuales el suelo infestado se mezcla en vasos con el producto candidato a nematicida, y se mide el porcentaje de mortalidad extrayendo los nematodos después de varios días.

Estudio de la acción nematocida de herbicidas

El estudio de la acción de los herbicidas se ha hecho eligiendo aquellos productos que al revisar la bibliografía mundial y de España se han encontrado empleados con más frecuencia en el control químico de malas hierbas de cítricos, procurando que entre los elegidos hubiera representantes de cada uno de los grupos que distinguen Detroux y Gostinchar (1967). Los herbicidas elegidos son 4 de "acción interna", 3 de ellos de post-émergencia: Bromacilo, Dalapon y Diuron, y 1 hormonal: MCPA; uno de "contacto", el MSMA y dos de "contacto y acción interna": Linuron y Paraquat. Para contrastar los resultados se aplica paralelamente un nematocida, el DBCP (Nemagon).

Los experimentos se realizaron aplicando los productos en disolución acuosa, primero directamente sobre los nematodos en suspensión y a continuación, aquellos cuya acción resultó positiva, se aplicaron sobre los nematodos en suelo de macetas. Las dosis ensayadas se calcularon atendiendo a la mínima y máxima recomendadas para su aplicación en campo, aunque en las experiencias sobre los nematodos en suspensión también se

empleó la dosis doble de la máxima ensayada.

El estudio de la acción de los herbicidas se dirigió principalmente hacia las larvas del "nematodo de los cítricos", Tylenchulus semipenetrans; no obstante nos hemos detenido a observar la sensibilidad presentada por el resto de los nematodos presentes hacia los distintos productos ensayados.

Acción sobre T. semipenetrans

De las experiencias sobre los nematodos en suspensión se observa que todos los herbicidas empleados actúan de alguna forma sobre las larvas de T. semipenetrans; el Dalapon, MCPA, MSMA, y los derivados de la urea, Diuron y Linuron, tienen una eficacia semejante a la del nematicida DBCP, causando la muerte a la totalidad de las larvas en periodos de tiempo variables, que no superan los 12 días. Por el contrario, el derivado del uracilo, Bromacilo, y el Paraquat no poseen una eficacia semejante, sin embargo afectan la vitalidad de las larvas del nematodo, disminuyendo sus movimientos de manera que los hacen casi imperceptibles.

En los estudios sobre los nematodos en suelo, para ver si los herbicidas se comportaban o no del mismo modo, se emplearon las dosis que en los pocillos resultaron positivas al aplicarlas directamente sobre las larvas de T. semipenetrans de MCPA, Diuron, Dalapon, MSMA y Linuron. Los resultados obtenidos nos confirmaron la acción nematicida de estos productos; en relación con el Diuron y el MCPA se obtuvieron unos porcentajes de mortalidad de las larvas de T. semipenetrans que superaban los observados en las macetas Testigo, pero que estaban muy por debajo de los obtenidos con el MSMA, Dalapon y Linuron, cuyas actuaciones fueron comparativas con la ejercida por el nematicida DBCP, en los 15 días que duró la experiencia.

La acción de los herbicidas se ha estudiado sobre los nematodos formados de agallas del Gro. Meloidogyne sp., nematodos formadores de quistes del Gro. Heterodera sp., y nematodos de las partes aéreas, que prácticamente no se presentan en el cultivo de cítricos. En este cultivo Ferrández (1975) estudia
===== la acción de varios herbicidas sobre los nematodos en general; otros autores se limitan a señalar la acción indirecta de los herbicidas al eliminar las plantas huésped de Radopholus similis y Scotto la Massese et al. (1973) y Ortuño et al. (1966)
=====

indican la acción positiva de los herbicidas y de la urea sobre T. semipenetrans.

Con relación al Diuron, Ferrández (1975) observa que
===== aplicado directamente sobre los nematodos de los cítricos a las dosis de 1, 2 y 4 Kg/Ha afecta la vitalidad de los mismos produciéndoles la muerte; lo que coincide con nuestros resultados, pues a las ensayadas de 2 y 4 Kg/Ha las larvas de T. semipenetrans mueren al sexto y tercer día respectivamente; además de ello hemos visto que la acción nematocida continúa en el suelo donde se produjeron idénticos porcentajes de mortalidad (18,4%) con ambas dosis ensayadas.

En cuanto al MCPA: Witkowski (1973) en "experiencias
===== "in vitro" observó que mataba a los nematodos en general, a intervalos variables según la dosis, mientras que en campo las dosis normales de empleo no afectaban a los nematodos; lo que se asemeja con nuestras observaciones, ya que la eficacia mostrada por el producto en su acción directa sobre las larvas del T. semipenetrans se observa algo frenada cuando las aplicaciones se hacen al suelo.

Por lo que se refiere al MSMA: Ferrández (1975) indica
===== que el producto aplicado directamente sobre los nematodos actúa afectando su vitalidad; nuestros resultados fueron muy satisfactorios con el tratamiento de las dosis 2426 y 4159 ppm. sobre los nematodos en suspensión y en el suelo. En este, la actuación del producto a los 8 días de la aplicación causó unos porcentajes de mortalidad del 61,9 y 86,0%, frente al 86,3% obtenido con el tratamiento nematicida utilizado comparativamente, y a los 15 días de 96,5 y 97,7% de ambas dosis herbicidas frente al 98,1% del DBCP.

Con relación al Dalapon: McCalla et al. (1962) en cultivos de cereales, no observaron diferencias entre suelos tratados y no tratados, y por el contrario Apt et al. (1960) y Courtney et al. (1962) lograron un control positivo de Anguina agrosti infestando plantas de Agrostis tenuis con aplicaciones de este producto. Por otro lado, Ferrández (1975) indica que el Dalapon no actúa directamente sobre los nematodos extraídos de muestras de cítricos. En nuestras experiencias la alta eficacia nematicida observada en la aplicación directa se repitió en el tratamiento del suelo; confirmándose en un segundo ensayo en el que las aplicaciones de ambas dosis

ensayadas se hicieron por triplicado, obteniéndose porcentajes de mortalidad algo superiores, debidos probablemente a la escasa diferencia que presentaban las larvas muertas y vivas del nematodo, dado que estas apenas conservaban sus movimientos.

En el caso del Linuron: Ferrández (1975), indica la alta eficacia nematicida en su acción directa cuando se aplica a 0,5-4 Kg/Ha, lo que coincide con nuestras observaciones, ya que a las dosis de 2-4 Kg/Ha todas las larvas de T. semipenetrans mueren al tercer día de los tratamientos; esta acción nematicida se observa en los dos tratamientos realizados sobre suelo, en los que los porcentajes de mortalidad de las larvas se repiten con ligeras diferencias, a las que puede influenciar, como anteriormente indicábamos, el método visual de diferenciación entre larvas vivas y muertas, dada la escasa diferencia entre ellas.

Acción sobre otros nematodos

Paralelamente al estudio de la acción de los herbicidas sobre las larvas de T. semipenetrans, se ha observado la influencia que los productos ensayados tienen sobre otros géne-

ros de nematodos parásitos, depredadores y saprófagos, presentes en los ensayos y característicos del cultivo de los cítricos.

De las experiencias sobre los nematodos en suspensión se observa que los tratamientos herbicidas con Bromacilo, Diuron, Linuron y Paraquat, actúan matando a los nematodos tanto parásitos, como depredadores y saprófagos; por el contrario, con el Dalapon, MCPA y MSMA, se observa una cierta acción selectiva por la cual muchos de los nematodos saprófagos sobreviven a los tratamientos.

En el suelo la acción del Dalapon, MSMA y Linuron sobre los nematodos no es eficaz sobre las formas parásitas y saprófagas, siendo las depredadoras las más afectadas.

Como hemos señalado anteriormente, la acción directa de los Herbicidas sobre los nematodos ha sido estudiada sólo sobre géneros de nematodos fitoparásitos como Meloidogyne y Heterodera; y Ferrández (1975) ensaya alguno de estos productos
=====
sobre los nematodos asociados al cultivo de los cítricos.

Nuestros resultados coinciden con los de este autor en

cuanto a que los Herbicidas de Contacto y los de Contacto y Acción Interna, MSMA, Linuron y Paraquat, actúan matando a los nematodos; en cuanto a los Herbicidas de Acción Interna, difieren ya que en la acción del Bromacilo y Dalapon, nosotros hemos observado una acción nematocida directa eficaz, como también se observa con el Diuron y MCPA, pertenecientes al mismo grupo.

Por otra parte, se ha observado que tanto el Dalapon, como el MCPA y el MSMA presentan cierta selectividad, por la cual los nematodos saprófagos sobreviven a los tratamientos; ello se asemeja en cierto modo a las observaciones de Rao y Prasad (1970) quienes por el contrario observan, que los ⁼⁼⁼tra₌₌₌₌₌tamientos con EPTC afectan únicamente a los nematodos saprófagos, sin actuar sobre los fitoparásitos.

Estudio de la acción nematocida de insecticidas

Para el estudio de la acción de los insecticidas sobre las larvas del "nematodo de los cítricos", Tylenchulus semipenetrans, se realizó una revisión bibliográfica de los productos, que a nivel mundial durante los últimos doce años se han utilizado sobre los nematodos, a fin de elegir los que iban a ser ensayados, observando que estos productos estuvieran autorizados en nuestro país para su aplicación en el cultivo de cítricos. De esta forma se eligieron productos de los principales grupos de Insecticidas Clorados: Aldrín y Heptacloro; Fosforados: Fentión y Diazinón; y Carbamato: Carbofuran. Como control positivo se utilizó el nematocida DBCP (Nemagón), producto de alta actividad nematocida.

De los resultados obtenidos con los tratamientos directos sobre los nematodos contenidos en pocillos se desprende que, todos los productos ensayados poseen una acción de contacto sobre las larvas de T. semipenetrans desde las primeras horas de su aplicación, disminuyendo sus movimientos normales, lo que se hace muy patente al observar las larvas contenidas en los pocillos Testigo, en los cuales los nematodos permane-

cian sumergidos en agua. Esta observación, en los casos de am bos Clorados, Aldrín y Heptacloro, se hace cada vez más patente, siendo letal a las 24 horas de los tratamientos donde alrededor del 30% de las larvas estaban muertas y aumentando es te porcentaje en las siguientes observaciones, en las cuales a las 72 horas se llegan a alcanzar porcentajes aproximados de mortalidad bastante significativos.

La acción directa de todas las concentraciones ensayadas de los Insecticidas Fosforados, Fentión y Diazinón, y del Carbamato, Carbofuran, inhiben los movimientos normales de las larvas del T. semipenetrans desde las primeras horas después de los tratamientos, sin que se produzcan cambios significativos a lo largo de toda la experiencia, en la que una vez finalizada las larvas aparecían aletargadas, muy retorcidas y casi inmóviles.

En el suelo, las actuaciones de los Clorados, Aldrín y Heptacloro, no fueron tan eficaces como en la acción directa; y en cuanto a los Fosforados y Carbamatos se repiten las observaciones de la acción directa, de modo que las larvas del nematodo, extraídas de las macetas tratadas, estaban afectadas en sus movimientos y aparecían aletargadas.

Los Insecticidas Clorados se han utilizado principalmen-
te sobre nematodos formadores de agallas del género Meloidogy-
ne sp., nematodos formadores de quistes del género Heterodera
sp., y nematodos del cultivo de la fresa; en relación a los in-
secticidas utilizados por nosotros, Prasad et al. (1964) en ex-
=====periencia "in vitro" sobre larvas de Meloidogyne javanica en-
contraron resultados positivos con aplicaciones de Aldrín y
Heptacloro al 10%; Radu et al. (1970) en experiencias de labo-
====ratorio al aplicar Aldrín al suelo obtuvo resultados irregula-
res, indicando además que el producto fué más efectivo sobre
las especies ectoparásitas, mientras que las endoparásitas fue-
ron más o menos estimuladas por el tratamiento. Lane et al.
===== (1972) logró controlar eficazmente los nematodos existentes en
los suelos de plantaciones de pinos; por el contrario Gómez To-
=====var (1973) observó que las aplicaciones de 25-50 Kg/Ha de Al-
====drín no fueron efectivas contra las poblaciones de Heterodera
rostochiensis en patata. El Heptacloro ha sido utilizado por
Soza Moss et al. (1970) sobre Meloidogyne sp., en tomate sin
=====obtener resultados positivos. En el cultivo de los cítricos, y
concretamente sobre las larvas de T. semipenetrans no hemos en-
contrado ninguna referencia con la que podamos contrastar nues-
tros resultados: para nosotros las aplicaciones al 0,1 y 0,2%

de los productos comercializados empleados poseen una acción de contacto directa sobre las larvas del nematodo, causándoles la muerte a las 24 horas de actuación; en el suelo el empleo de las concentraciones de 1 y 10 ppm. calculadas a partir de las recomendadas en campo para el Aldrín y Heptacloro respectivamente, no afectaron la vitalidad de las larvas del T. semipenetrans.

A la vista de los resultados se puede concluir, que de acuerdo con los demás autores, el Aldrín y Heptacloro poseen una acción de contacto directa sobre los nematodos que no se manifiesta en el suelo sino se emplean dosis muy altas, lo que no es deseable en ningún cultivo cuya producción se destine al consumo humano y animal, dadas las características de persistencia que poseen estas sustancias. En este sentido, y en cuanto se refiere a todos los productos Clorados, existe mundialmente una regresión en la utilización de estas sustancias para la protección de los cultivos, pudiendo ser empleado en algunos casos, p.e. cultivos forestales. A este respecto es de gran satisfacción que la Legislación española desde finales de 1976 haya empezado a prohibir la venta y distribución de estos productos para su uso en Agricultura, aunque ac

tualmente se permitan, hasta finales de 1978, las formas granuladas para aplicaciones al suelo.

Con relación a los Insecticidas Organofosforados, se han realizado numerosos trabajos en una amplia gama de cultivos y en la actualidad son de los productos más utilizados da dos los resultados tan satisfactorios que se han obtenido, además de carecer de alta persistencia, característica de los productos clorados. Vamos a considerar los resultados que hemos obtenido en los ensayos con dos representantes de este grupo de insecticidas: Diazinón y Fentión.

El Diazinón ha sido utilizado en diversos cultivos y, excepto para Soza Moss et al. (1970) que observan resultados ===== negativos al utilizarlo sobre Meloidogyne spp., en tomate; Szczygiel (1970) lo aplica para el control de Aphelenchoides ===== spp. en fresas; Yoshida et al. (1969) lo utilizaron en arroz ===== para el combate de Aphelenchoides besseyi; contra este mismo nematodo Lee (1972) observó que disoluciones del producto pre === vinieron la infestación de plantaciones de arroz; y Moeed ===== (1975) indica que el tratamiento con dosis de 0,9 Kg/Ha de Diazinón redujeron en un 62% el número de nematodos en el sue lo.

La acción directa del Diazinón sobre los nematodos del cultivo de los cítricos no había sido estudiada hasta ahora; tratando los suelos Cohn (1965) observó que las aplicaciones de Diazinón de 15 ml/m^2 producían una reducción del T. semi-penetrans del 30% y Baines et al. (1969) observaron una mortalidad del nematodo de un 64 a un 85% cuando el producto se aplica en agua a la dosis de 160 lib/acre, indicando que el tratamiento no fué tóxico para las raíces de los árboles y que el Diazinón se mueve en el suelo sin ser adsorbido por el mismo. Nuestros resultados indican que el Diazinón posee una acción de contacto directa sobre las larvas del T. semipenetrans inmediatamente después de realizarse el tratamiento a dosis comprendidas entre 1.000 y 20.000 ppm., entre las cuales apenas se observan diferencias de actuación, apareciendo las larvas aletargadas y con movimientos apenas perceptibles. Esta acción de contacto se mantiene en el suelo aún cuando la dosis ensayada de (750 ppm.) fué menor que la mínima empleada en los pocillos, lo que confirma las observaciones de Baines (1969) en cuanto al movimiento y persistencia del producto en el suelo. Las altas reducciones del nematodo observadas por los anteriores autores pudieron deberse a que utilizan el embudo de Baermann como método de extracción de los nematodos de los sue

los tratados, y este método se basa en la movilidad de los ne
matodos por lo cual muchas de las larvas no extraídas pudieran
estar inmóviles y no muertas; con la utilización por nuestra
parte del método de extracción de De Grisse (1969) que se basa
=====
en la densidad de los nematodos es posible recoger tanto los
nematodos vivos como los muertos e inmóviles.

Por lo que se refiere al Fentión no hemos encontrado
ninguna referencia de su utilización sobre los nematodos de
los cítricos; Jarnevic y Coffee (1965) observaron que la uti-
===== =====
lización de dosis bajas del producto, de 12,5 a 50 ppm., impi-
dieron la formación de agallas de Meloidogyne incognita en to-
mate, y Lee et al. (1970) lograron prevenir el ataque de Aphe-
=====
lenchoïdes besseyi en arroz lavando semillas y plantas con
una solución del producto. Nuestras observaciones indican que
las aplicaciones de varias concentraciones del Fentión, entre
100 y 2.000 ppm. afectan directamente la vitalidad de las lar-
vas del nematodo de los cítricos inhibiendo sus movimientos
normales y que, esta situación se observa igualmente en el tra-
tamiento del suelo a 250 ppm. Estos resultados los considera-
mos muy importantes dado que, el Fentión es un insecticida uti-
lizado para combatir las plagas de insectos que invaden las

partes aéreas de los árboles de cítricos y su presencia en el suelo se deberá exclusivamente a la caída del producto debido a los tratamientos de pulverización, con lo cual, y considerando nuestras observaciones, es posible afirmar que existe un control indirecto de los nematodos del suelo por parte de algunos productos utilizados con otro fin. En nuestro caso, la inhibición del movimiento de las larvas del T. semipenetrans posiblemente constituye una reducción no controlada del ataque de este nematodo a las raíces de los cítricos, que requieren de toda su vitalidad para moverse hacia las mismas e iniciar su acción parasitaria. Finalmente conviene resaltar la repercusión económica que puede suponer la utilización de un producto con amplios fines, evitando el empleo de productos específicos con sus respectivas posibilidades de contaminación ambiental.

Por último vamos a considerar el Carbofuran, Carbamato del cual la bibliografía consultada recoge un gran número de referencias de su utilización en cultivos tanto de plantas ornamentales como de huerta, cereales y cultivos perennes, donde se han obtenido resultados francamente satisfactorios para el control de un amplio número de nematodos fitoparásitos. En el cultivo de los cítricos, únicamente Baines (1969) lo ha utili-

=====

zado, observando que las aplicaciones del producto a las dosis de 40-50 lb/acre produjeron un alto nivel en el control de T. semipenetrans, sin que se observaran efectos tóxicos en las raíces de los árboles. En nuestros estudios hemos podido comprobar que tanto en la acción directa como en el tratamiento del suelo, el Carbofuran inhibe el movimiento de las larvas de T. semipenetrans; este mismo efecto fué observado por Di Sanzo (1973) con aplicaciones de Carbofuran en raíces de maiz, indicando que el producto actúa interfiriendo el comportamiento del Tylenchorhynchus claytoni, rompiendo los mecanismos de orientación y alimentación, lo que afecta a su capacidad de reproducción y posiblemente causa la reducción de las poblaciones por desnutrición. Por otra parte, según Nelmes, Trudgill y Corbett (1973), Fenwick (1968), la acción de muchas sustancias fosforadas y carbamatos, entre ellas el Carbofuran, pueden inhibir el movimiento de los nematodos, y en consecuencia impedir la invasión de las raíces.

Dada la actividad eminentemente sistémica del Carbofuran, nuestros resultados son de gran interés por cuanto en la bibliografía consultada encontramos referencias diferentes y contradictorias sobre los nematicidas con dicha propiedad. Al

gunos autores opinan que los carbamatos y fosforados sistémicos no actúan, o lo hacen de una forma muy débil, sobre los ne
matodos cuando se encuentran fuera del huésped, Kaai (1972),
 Den Ouden (1971). Otros indican que estos sistémicos afectan a
 los nematodos fitoparásitos por acción de contacto y que su in
fluencia sobre los nematodos en el interior de las plantas es
 despreciable, Hague (1972), Pain y Hague (1971), Hague y Pain
 (1973), Nelmes et al. (1973), Bunt (1975). Nuestras observacione
 nes están de acuerdo con las de estos últimos al observar la
 acción de contacto del Carbofuran hacia las larvas de T. semi-
penetrans.

Los resultados que hemos obtenido con los tratamientos
 directos y en el suelo de productos organofosforados y carba-
 mato son similares, las larvas de T. semipenetrans estaban
 afectadas en sus movimientos, de tal forma que aparecían ale-
 targadas, muy retorcidas y prácticamente inmóviles. Estas sus
tancias pueden no controlar los nematodos matándolos a las do
sis recomendadas de aplicación, sino más bien por efectos in-
 directos, Kondrollochis (1971, 1972), Den Ouden (1971), Kaai
 (1972), Myers (1971, 1972). Los efectos de estos nematicidas
 generalmente son subletales y envuelven inhibiciones de varias

funciones en los nematodos sobre una amplia gama de concentraciones. Se sabe que el empollamiento, movimiento, mecanismos de alimentación, orientación y desarrollo de las larvas pueden ser impedidos por bajas concentraciones de estos compuestos. La inhibición del movimiento, observado en nuestras experiencias, fué indicado entre otros, por Nemes (1970) al emplear en experiencias "in vitro" el Aldicarb sobre larvas de H. rostockiensis y Evans y Kondrollochis (no public.) lo observaron en Aphelenchus avenae al tratarlo con Forato.

CONCLUSIONES

Agrupamos las conclusiones obtenidas en los siguientes apartados: Distribución geográfica del Tylenchulus semipenetrans, Especificidad, Nematofauna de Viveros de agrios, Acción de los Herbicidas sobre Tylenchulus semipenetrans y otros nematodos, Acción de los Insecticidas sobre Tylenchulus semipenetrans.

Distribución geográfica de Tylenchulus semipenetrans

1. Hemos determinado, por primera vez en España, la presencia del Tylenchulus semipenetrans en las 10 localidades y en las variedades siguientes, que habiendo sido estudiadas por otros autores el nematodo no había sido encontrado: Madrid capital: C. aurantium L.; Paradas (Sevilla): C. aurantium L., C. limon Burm., C. reticulata Blanco, C. reticulata Blanco var. clementino, C. sinensis Osbeck.; Crevillente (Alicante): C. sinensis Osbeck.; Hornachos (Badajoz): C. sinensis Osbeck.; Cártama (Málaga): C. sinensis Osbeck.; Pizarra (Málaga): C. sinensis Osbeck.; El Algar (Murcia): C. limon Burm.; Carcagente (Valencia): C. sinensis Osbeck.; Riola (Valencia): C. sinensis Osbeck.; Alcanar (Tarragona): C. aurantium L. var. naranjo borde; de lo que se deduce que su

ausencia en estos trabajos puede ser debida, en la mayoría de los casos, a los métodos de muestreo y extracción.

2. Se cita por primera vez en España, la presencia de Tylenchulus semipenetrans en las 13 localidades y en las variedades siguientes: Crevillente (Alicante): C. aurantium L.; El Llano de Candeleda (Avila): C. limon Burm.; S. Pedro de Mérida (Badajoz): Naranjo; Bujalance (Córdoba): C. limon Burm.; Pinos del Valle (Granada): C. limon Burm.; Cártama (Málaga): C. limon Burm.; Benejuza (Murcia): C. limon Burm.; El Puntal (Murcia): C. limon Burm.; Moaña (Pontevedra): C. limon Burm.; Saucelle (Salamanca): C. aurantium L.; Paradás (Sevilla): C. sinensis Osbeck. var. navelate, C. sinensis Osbeck. var. cadenera sin hueso, C. sinensis Osbeck. var. sucreña, C. sinensis Osbeck. var. cadenera con hueso, C. sinensis Osbeck.; var. doble fina, C. aurantifolia Swingle, C. paradisi Macf.; Alcalá de Guadaira (Sevilla): C. aurantium L.; Cherta (Tarragona): C. sinensis Osbeck. y C. sinensis Osbeck. var. Washington Navel.

3. Se resalta la importancia que pueden tener en la distribución de la especie las características climáticas, especialmente

la temperatura. La influencia de este factor puede considerarse como una de las causas principales que influyen sobre la distribución de Tylenchulus semipenetrans, encontrándose este en las provincias de Avila, Salamanca y Pontevedra, en localidades caracterizadas por presentar un microclima de tipo mediterráneo.

4. Tylenchulus semipenetrans se distribuye por todas las regiones de España donde crecen cítricos, y no solo en las regiones típicamente citrícolas, donde cabría pensar que las características de las mismas, así como las prácticas de cultivo, favorecerían su dispersión de un huerto a otro. La presencia del nematodo en zonas muy alejadas de las citrícolas, como Pontevedra, Avila y Salamanca, nos advierte de las formas de dispersión del nematodo, de las que en este caso la formación de huertos con plantones que transportan en sus raíces larvas y hembras de Tylenchulus semipenetrans sería la más importante.

Especificidad

5. Se demuestra experimentalmente por primera vez en España que poblaciones de Tylenchulus semipenetrans de nuestros huertos

citrícolas son capaces de parasitar las raíces de plantas de Olea europea L. (olivo). Lo que nos hace pensar en la posible presencia del nematodo en olivares cercanos a huertos de cítricos, quizá con posibles repercusiones económicas futuras.

6. Se confirma experimentalmente la capacidad de Tylenchulus semipenetrans para parasitar las raíces de plantas de Vitis vinífera L. (vid), lo cual dados los resultados contradictorios existentes acerca de dicha capacidad, plantea un interrogante ante la posibilidad de existencia de diferentes patotipos del nematodo en nuestro país.
7. Se indica la necesidad de que se adopten medidas para impedir que el Tylenchulus semipenetrans invada los cultivos de vid y olivo ya establecidos, muchos de los cuales están situados cerca de huertos de agrios, evitando con ello las consecuencias que se derivan de la asociación huésped-parásito.

Nematofauna de Viveros de agrios

8. Se citan los nematodos encontrados en los análisis nematológicos de plantones y suelos procedentes de Viveros de agrios

oficialmente autorizados, que están representados por los 29 géneros siguientes: parásitos: Aglenchus sp., Basiria sp., Boleodorus sp., Criconemoides sp., Ditylenchys sp., Helicotylenchus sp., Merlinius sp., Paratylenchus sp., Rotylenchus sp., Tylenchorhynchus sp., Tylenchus sp., Tylenchulus semipenetrans, Xiphinema pachtaicum y Zygotylenchus sp.; saprófagos: Acrobeles sp., Acrobeloides sp., Aphelenchus sp., Diphterophora sp., Dorylaimido indet., Eucephalobus sp., Mesorhabditis sp., Pelodera sp., Rhabditis sp., y Zeldia sp.; depredadores: Mylonchulus sp., Eudorylaimus sp., y Aporcelaimus sp., destacando desde el punto de vista cuantitativo los géneros Boleodorus sp. (37,5%), Tylenchus sp. (45,8%), y la especie Xiphinema pachtaicum (29,2%), y es de gran importancia dada su acción parasitaria, la presencia de Zygotylenchus sp. (4,1%) y de Tylenchulus semipenetrans (8,5%).

9. Se citan por primera vez en España sobre plántones de cítricos procedentes de vivero, los 7 géneros de nematodos siguientes: Eucephalobus sp., Pelodera sp., Zeldia sp., Mesorhabditis sp., Eudorylaimus sp., y Aporcelaimus sp., y la especie Macroposthonia spherocephala.

10. Se destaca que en la distribución de las distintas formas de nematodos aparecidas en los viveros estudiados aparece un mayor número de nematodos fitoparásitos en las provincias de Castellón y Alicante, y es mayor el número de nematodos saprófagos en la provincia de Sevilla.
11. Se indica que los viveros estudiados poseen una nematofauna característica del cultivo de cítricos, sin presentar poblaciones alarmantes de nematodos fitoparásitos; sin embargo, la presencia en dos de ellos de larvas del "nematodo de los cítricos", Tylenchulus semipenetrans, altamente patógeno al cultivo, indica que deben tomarse serias medidas en estos y otros viveros de cítricos que impidan su dispersión a huertos todavía libres del nematodo.

Acción de los Herbicidas sobre Tylenchulus semipenetrans y otros nematodos

12. Se muestra la eficacia de los herbicidas Dalapon, MSMA, MCPA, Linuron y Diuron, en la acción directa sobre las larvas de Tylenchulus semipenetrans; y una acción débil de Bromacilo y Paraquat.

13. Se observa que en los tratamientos herbicidas al suelo, la acción nematocida demostrada por el Diuron y MCPA fué menor que con el Linuron, MSMA y Dalapon, quienes poseyeron una acción semejante a la del nematocida DBCP, causando elevados porcentajes de mortalidad de las larvas de Tylenchulus semipenetrans.
14. Se indica la posible existencia de un control indirecto del Tylenchulus semipenetrans cuando se realizan tratamientos herbicidas contra las malas hierbas; modo de acción que es lógico pensar puede tener lugar sobre otros nematodos fitoparásitos que infestan otros cultivos.
15. Se describe la acción de contacto tanto sobre los nematodos fitoparásitos como los saprófagos y depredadores de los herbicidas Bromacilo, Diuron, Linuron y Paraquat; y ejercen cierta selectividad, el Dalapon, MCPA y MSMA, sobreviviendo las formas saprófagas.

Acción de los Insecticidas sobre Tylenchulus semipenetrans

16. Se observa la alta eficacia de los insecticidas Clorados, Aldrín y Heptacloro en su acción directa sobre las larvas

de Tylenchulus semipenetrans, pero a las dosis normales de empleo estos productos no actúan sobre el nematodo en el suelo.

17. Se indica la posibilidad de un control indirecto de las poblaciones de Tylenchulus semipenetrans por los insecticidas organofosforados Diazinón y Fentión, dado que su acción de contacto directa y en el suelo inhibe su movimiento. Llegando al criterio de que ciertos insecticidas aplicados en tratamiento a la planta, pueden realizar un control indirecto al caer al suelo en las aspersiones.
18. Se indica el posible control de Tylenchulus semipenetrans mediante el Carbamato, Carbofuran, que además de sus propiedades sistémicas posee una acción de contacto, tanto directa como en el suelo, inhibiendo el movimiento de las larvas del "nematodo de los cítricos".

De todas estas conclusiones se deduce que el Tylenchulus semipenetrans se halla distribuido por toda España, en donde crecen cítricos, y que es necesario tomar rigurosas medidas que eviten su

diseminación a huertos todavía libres de su presencia, así como a viñedos y olivares dada su capacidad de parasitarlos. Destacamos el interés económico que los tratamientos fitosanitarios no nematocidas tienen sobre la dinámica de las poblaciones del "nematodo de los cítricos", resaltando la trascendencia que esta línea puede tener en el campo de la Protección Vegetal, y las grandes repercusiones en la economía de este cultivo.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- ABAWI, G.S. and MAI, W.F.
1971.- Root diseases of fruit trees in New York State.
3. Control of Pratylenchus penetrans in roots of apple,
peach and cherry by foliar sprays with a nematicide-
insecticide. Pl. Dis. Rep., 55, 617-620.
==
- ABAWI, G.S. and MAI, W.F.
1972.- Mode of action of Vydate in controlling Praty-
lenchus penetrans. (Abstr.) J. Nematol., 4, 219.
=
- ABIVARDI, C., IZADPANAH, K., SAFFARIAN, A. and SHARAFEH, M.
1970.- Plant-parasitic nematodes associated with citrus
decline in Southein Iran. Plant. Dis. Rep., 54, 339-342.
==
- ABREGO, L.
1974.- Screening test with nematicides for the control
of Pratylenchus coffeae in coffee nusseires. Nematropi-
ca, 4, 17.
=
- AKHTAR, S.A. and HUSSAIN, B.
1968.- On nematodes associated with the citrus root
from Lyallpur. Pakist. J. For., 18, 229-231.
==
- ALBERT, A.
1968.- Selective Toxicity. In: Methuen and Co. (Edit.).
London 4th edn. 531 pp.
- ALVIRA, P.
1974.- Nematodos asociados a los cultivos de cítricos
en España. Tesis Doctoral. Universidad Complutense.
Madrid. 412 pp.
- ALVIRA, P.
1974.- El nematodo de los cítricos, Tylenchulus semipe-
netrans Cobb, en España. An. Edafol. Agrobiol., 33,
1003-1012.
==

- AL-ZAHARI, A.J. and SCHLOSSER, E.
1971.- The citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans,
in Lebanon. Phytopathol. Mediterr., 10, 109-111.
==
- APT, W.J., AUSTENSON, H.M. and COURTNEY, W.D.
1960.- Use of herbicides to break the life cycle of the
bentgrass nematodes, Anguina agrostis (Steinbuck 1799)
Filipjev 1936. Pl. Dis. Rep., 44, 524-526.
==
- ARIAS, M., BELLO, A., LOPEZ-PEDREGAL, J.H. y JIMENEZ-MILLAN, F.
1968.- Carte de distribution des nematodes des plantes en
Espagne. Compt. 8 Simp. Int. Nematologia Antibes. 31.
- ARIAS, M. y JIMENEZ-MILLAN, F.
1972.- Tylopharynx foetidus (Butschli, 1874) Sach. 1950
en el Levante español. Cuad. Biol., 2.
- ARIAS, M., JIMENEZ-MILLAN, F., BELLO, A. y LOPEZ-PEDREGAL, J.M.
1964.- Estudio bioestadístico de Tylenchulus semipenetrans
Cobb (Nematoda), parásito de algunas especies de Citrus
españolas. Rev. Iber. Parasitol., 24, 91-104.
==
- ARIAS, M., JIMENEZ-MILLAN, F. y LOPEZ-PEDREGAL, J.M.
1963.- Resultados previos del estudio fitonematológico
de cultivos agrícolas de Sevilla. Bol. R. Soc. Esp. Hist.
Nat. Secc. Biol., 61, 45-49.
==
- ARLE, H. and CARTER, W.W.
1973.- Effects on nematodes in cotton from herbicide
application. Proceedings of the Western Society of Weed
Science, 26, 25-26.
==
- ASHTON, F.M. and CRAFTS, A.S.
1973.- Mode of action of Herbicides. Wiley-Interscience
Publication, 504 pp.
- AVERRE, C.W., NIELSEN, L.W. and BANKER, K.R.
1974.- Organic pesticides for controlling Mebidogyne
incognita on Ipomoea batatas. Phytopathology, 64, 767.
==

BAINES, R.C.

1950.- Citrus-root nematode investigations. Calif. Citrogr., 35, 344-345.

==

BAINES, R.C.

1950.- Nematodes on citrus. Soil fumigation and resistant citrus varieties promising as controls. Calif. Agric., 4, 7.

=

BAINES, R.C.

1974.- Susceptibility and tolerance of eight citrus rootstocks to the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans. (Abstr.). J. Nematol., 6, 135.

==

BAINES, R.C., CAMERON, J.W., SOOST, R.K.

1974.- Four biotypes of Tylenchulus semipenetrans in California identified, and their importance in the development of resistant citrus root-stocks. J. Nematol., 6, 63-66.

=

BAINES, R.C. and CLARKE, O.F.

1952.- Citrus-root nematode. Calif. Agric., 6, 9-13.

=

BAINES, R.C., DeWOLFE, T.A., KLOTZ, L.J., BITTERS, W.P., SMALL, R.H. and GARBER, M.J.

1969.- Susceptibility of six Poncirus trifoliata selections and Troyer citrange to a biotype of the citrus nematode and growth response on fumigated soil. (Abstr.). Phytopathology, 48, 391.

==

BAINES, R.C., DeWOLFE, T.A. and SMALL, R.H.

1958.- Control of the citrus nematode, Phytophthora spp. and weeds by Mylone 85 w. when applied by different methods. Plant. Dis. Rep., 42, 876-880.

==

BAINES, R.C., FOOTE, F.J. and MARTIN, J.P.

1956.- Fumigate soil before replanting to control citrus nematode. Calif. Citrogr., 41, 427-451.

==

BAINES, R.C., FOOTE, F.J., STOLZY, L.H., SMALL, R.H. and GARBER, M.J.
1959.- Factors influencing control of the citrus nematode
in the field with D-D. Hilgardia, 29, 359-381.

==

BAINES, R.C., KLOTZ, L.J., CLARKE, O.F. and DeWOLFE, T.A.
1949.- Hot water treatment of orange trees for eradication
of citrus nematode. Calif. Citrogr., 35, 482-484.

==

BAINES, R.C., KLOTZ, L.J., DeWOLFE, T.A. and GARBER, M.J.
1962.- Comparison of the fungicidal and nematocidal pro-
perties of a number of compounds in field soil. (Abstr.).
Phytopathology, 52, 723.

==

BAINES, R.C. and MARTIN, J.P.
1953.- Effect of soil fumigation on growth and yield of
Valencia orange trees. Phytopathology, 43, 465-466.

==

BAINES, R.C. and MARTIN, J.P.
1957.- Fumigants for citrus nematode. Calif. Agric., 11,
13-15.

==

BAINES, R.C., MARTIN, J.P., DeWOLFE, T.A., BOSWELL, S.B. and GARBER,
M.J.

1962.- Effect of high doses of D-D on soil organisms and
the growth and yield of Lemon trees. (Abstr.). Phytopa-
thology, 52, 723.

==

BAINES, R.C. and SMALL, R.H.
1969.- Efficacy of some new compounds for control of the
citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans on established
trees. Inst. Citrus Symp. (1st). Riverside Proceedings
Vol. 2, 973-977.

BAINES, R.C. and SMALL, R.H.
1974.- Evidence of modes of action of oxamyl nematicide
on Tylenchulus semipenetrans. J. Nematol., 6, 135.

=

BAINES, R.C. and SMALL, R.H.
1976.- Effects of oxamyl on the citrus nematode, Tylenchu-
lus semipenetrans, and on infection of Sweet orange.
J. Nematol., 8, 122-130.

=

- BAINES, R.C., SMALL, R.H. and GARBER, M.J.
1965.- Nematocidal properties of 2,4-dichlorophenyl
methanesulfonate. (Abstr.) Phytopathology, 55, 1051.
==
- BAINES, R.C., SMALL, R.H., DeWOLFE, T.A., MARTIN, J.P. and STOLZY,
L.H.
1957.- Control of the citrus nematode and Phytophthora sp.
by Vapam. Plant. Dis. Rep., 41, 405-414.
==
- BAINES, R.C., SMALL, R.H. and STOLZY, L.H.
1965.- DBCP recommended for control of citrus nematode
on bearing trees. Calif. Citogr., 50, 333-346.
==
- BAINES, R.C. and THORNE, G.
1950.- Olive, a new host for the citrus-root nematode
Tylenchulus semipenetrans. (Abstr.) Phytopathology, 40,
963. ==
- BAINES, R.C. and THORNE, G.
1952.- The olive tree as a host of the citrus-root nema-
tode. Phytopathology, 42, 77-78.
==
- BELLO, A.
1972.- Rotylenchus borealis en los cultivos de agrios del
Levante español. Nematropica, 2, 11-12.
=
- BELLO, A. y LABORDA, E.
1970.- Problemi nematologici degli agrumi in Spagna.
Compt. X Simp. Int. Nematologie. Pescara, 131.
- BELLO, A., LABORDA, E. y ALVIRA, P.
1973.- Estudios realizados en España sobre los nematodos
de los agrios. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Biol.
71, 17-59.
==

- BELLO, A., LABORDA, E. y ALVIRA, P.
1974.- Nematodes associes a la culture des agrumes en
Espagne. An. Edafol. Agrobiol., 33, 441-449.
==
- BERTELLI, J.C. and BERTELLI, L.K.
1944.- Root-rot of citrus. Bol. Dir. Agron., p. 71
- BINDRA, O.S. and CHHABRA, H.K.
1969.- Effectiveness of DBCP in the control of citrus
nematode, Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913.
(Abstr.) All Indic Nematol. Symp. New Delhi. 1969,
pag. 39.
- BINDRA, O.S. and CHHABRA, H.K.
1972.- Control of citrus nematode, Tylenchulus semipe-
netrans Cobb, by DBCP application in irrigation water.
Ind. J. Hortic., 29, 302-306.
==
- BINDRA, O S., VARMA, G.C., SANDHU, G.S. and CHHABRA, H.K.
1970.- Studies on the control of citrus pests with the
soil application of systemic insecticides. J. Res.
Punjab. Agric. Univ., 7, 172-202.
=
- BISTLINE, F.W. and O'BANNON, J.M.
1972.- Response to subsurface treesite application of
methyl bromide. J. Nematol., 4, 220.
=
- BODENHEIMER, F.S.
1951.- Citrus entomology in the Middle East with
special reference to Egypt, Iran, Irak, Palestine,
Syria, Turkey. Dr. W. Junk, 663 pp.
- BOND, E.J.
1956.- The effect of methyl bromide on the respiration
of the cadelle Tenebroides mauritainicus (L.) (Coleop-
tea: Ostomidae). Canadian J. of Zoology, 34, 405-415.
==

- BORAZANCI, N., ERTURK, H. and ARINC, Y.
1974.- Chemical control of citrus nematode. (Abstr.)
Proc. 12th Int. Symp. Nematol., Granada, Spain, p. 16.
- BREDELL, G.E.
1975.- Replant problems in citrus. Int. Bull. Citrus
and Subtropical Fruit Res. Inst. 1975.
- BRODIE, B.B.
1968.- Systemic pesticides for control of sting and
stubby-root nematodes on vegetables. Pl. Dis. Rep.,
52, 19-23.
==
- BRODIE, B.B. and BURTON, G.W.
1967.- Nematode population reduction and growth respon
se of Bermuda turf as influenced by organic pesticides
aplications. Pl. Dis. Rep., 51, 562-566.
==
- BROOKS, T.L. and PERRY, V.G.
1967.- Pathogenicity of Pratylenchus brachyurus to
citrus. Plant. Dis. Rep., 51, 569-573.
==
- BRZESKI, M.W.
1965.- Nematodes associated with citrus trees infected
by four viruses and comments about nematode distribu
tion in Florida citrus groves. Plant. Dis. Rep., 49,
610-614. ==
- BUNT, J.A.
1972.- De systemische werking van D-410,S-methyl 1-
(dimethyl-carbamoyl)-N-(methylcarbamoyl)oxy) thiofor
mimidate, tegen Heterodera rostochiensis bij aardappel
en Pratylenchus penetrans bij Rosa canina. Meded.
Rijksfak Landbouwwet Gent., 37, 798-807.
==

BUNT, J.A.

1975.- Effect and mode of action of some systemic nematocides.

In: Mededelingen Landbouwhogeschool Wafaringen. Nederland. Tesis Doctoral. 127 pp.

CAMERON, J.W., BAINES, R.C. and CLARKE, O.F.

1954.- Resistance of hybrid seedlings of the trifoliolate orange to infestation by the citrus nematode. Phytopathology, 44, 456-458.

==

CAMERON, J.W., BAINES, R.C. and SOOST, R.K.

1969.- Development of rootstocks resistant to the citrus nematode, by breeding and selection. Proc. 1st Int. Citrus Symp., Riverside Calif., 2, 949-954.

=

CAMERON, J.W. and SOOST, R.K.

1975.- Citrus.

In: (Edit.) Janick, J. and Moore, J.N., Indiana USA, pp. 507-540.

CARTER, W.

1943.- A promising new soil amendment and disinfectant. Science, 97, 383-384.

==

CARTER, W.W. and REYNOLDS, H.W.

1969.- Mortality rate of the citrus nematode after DBCP treatment. Plant. Dis. Rep., 53, 690.

==

CARTER, W.W., REYNOLDS, H.W. and RODNEY, D.R.

1971.- Response of debilitated grapefruit trees to manure, phosphatefertilizer and DBCP fumigation against Tylenchulus semipenetrans. J. Nematol., 4, 306.

=

CARVALHO SOUSA, R.

1942.- The occurrence of a nematode in citrus roots. Rev. Agric. (Sao Paulo), 17, 347-352.

==

CASTRO, C.E.

1964.- The rapid oxidation of Iron II porphyrins by alkyl halides. A possible mode of intoxication of organismus by alkyl halides. J. of the American Chem. Soc., 86, 2310.

==

CASTRO, C.E. and THOMASON, I.J.

1971.- Mode of action of nematicides.

In: Plant Parasitic nematodes B.M. Zuckerman, W.F. Mai and R.A. Rhode . Acad. Press. London and N.Y. 289-296.

CHHABRA, H.K. and BINDRA, O.S.

1972.- Screening of nematicides against the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans Cobb. Ind. J. Entomol., 33, 472-473.

==

CHHABRA, H.K., SAJJAN, S.S. and SINGH, J.

1974.- Ocurrence and control of the stunt nematode, Tylenchorhynchus Grassicae. Siddigi, 1961 infesting rice nursery in Punjab. Current Sci.Bangalore, 43, 632.

==

CHITWOOD, B.G.

1952.- Nematocidal action of halogenated hydrocarbons. Advances in Chemistry, 7, 91-99

=

CHITWOOD, B.G. and BIRCHFIELD, W.

1957.- Citrus-root nematode a native to Florida soils. Plant. Dis. Rep., 41, 525.

==

CHITWOOD, B.G. and TOUNG, M.C.

1960.- Host-parasite interactions of the Asiatic pyriod nema. Plant. Dis. Rep., 44, 848-854.

==

CHRISTIE, J.R.

1945.- Some preliminary tests to determine the efficacy of certain substances when used as soil fumigants to control the root-knot nematode, Heterodera (Cornu) Goodey. Proc. helminthol. Soc. Wash., 12, 14-19. ==

CHRISTIE, J.R.

1974.- Nematodos de los vegetales. Su ecología y control. Ed. Limusa: México. 275 pp.

CLARKE, A.J. and SHEPHERD, A.M.

1966.- The action of nabam, methamsodium and other sulphur compounds on Heterodera Schachtii Cysts. Ann. Appl. Biol., 57, 241-255. ==

COBB, N.A.

1913.- Notes on Mononchus and Tylenchulus. J. Wash. Acad. Sci., 3, 288-289. =

COBB, N.A.

1914.- Citrus-root nematode. J. Agric. Res., 2, 217-230. =

COHN, E.

1965.- On the feeding and histopatology of the citrus nematode. Nematológica, 11, 47-54. ==

COHN, E.

1965.- The development of the citrus nematode on some of its host. Nematológica, 11, 593-600. ==

COHN, E.

1966.- Observations on the survival of freeliving stages of the citrus nematode. Nematológica, 12, 321-327. ==

COHN, E.

1972.- Nematode diseases of citrus.

In: Economic nematology. (Webster editor). London,
215-244 pp.

COHN, E., FEDER, W.A. and MORDECHAI, M.

1968.- The growth response of citrus to nematicide
treatments. J. Afric. Res., 18, 1.

==

COHN, E. and MINZ, G.

1965.- Application of nematicides in established
orchards for controlling the citrus nematode, Tylen-
chulus semipenetrans Cobb. Phytopathol. Mediterr.,
4, 17-20.

=

COHN, E., MINZ, G. and MONSELISE, S.P.

1965.- The distribution, ecology and pathogenicity of
the citrus nematode in Israel. Israel J. agric. Res.,
15, 187-200.

==

COHN, E. and MORDECHAI, M.

1974.- Experiments in suppressing citrus nematode popu-
lations by use of a marigold and a precious nematode.
Nematol. Mediterr., 2, 43-53.

=

COHN, E., OREN, Y. and KLEIN, L.

1975.- Control of the citrus nematode in established
orchards. Scientific activitis 1971-1974 of the Div.
of Nematol. Inst. of Pl. Protec., Bet Dagan, Israel,
127.

COHN, E. and ORION, D.

1970.- The pathological effect of representative
Xiphinema and Longidorus species on selected host plants.
Nematológica, 16, 423-428.

==

COLBRAN, R.C.

1955.- A preliminary survey of plant nematodes in
Queensland. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 21, 167-169.

==

CONSTANTINO, G.

1963.- Il lento deperimento (slow decline) degli
agrumeti, causato dal verme solitario degli agrumi,
il nematodo Tylenchulus semipenetrans Cobb. Circol.
Oss. Nal. Piante, Catarizaro, 28, 32 pp.

==

COOPER, J.F.

1968.- Soil fumigation checks slow decline. Citrus
Ind., 49, 4-5.

==

CORBETT, D.C.M. and HIDE, G.A.

1969.- Nematodes and Verticillium wilt of potatoes.
In: Nematology Department Rep. Rhthamsted p. Stn.
for 1968, p. 157.

CORBETT, D.C.M. and WEBB, R.M.

1970.- Plant and soil nematode population changes in
wheat grown continuously in ploughed and in unploughed
soil. Ann. appl. Biol., 65, 327-335.

==

COURANJOU, A.

1948.- In enemy redoutable des jeunes oranges, l'an-
guillule des racines: "Slow decline" de Californie,
"spreading decline" de Floride. Fruits et Primeurs de
l'Afrique du Nod. Edition Marocaine, 18, 374-375.

==

COURTNEY, W.D., PEABODY, D.W. and AUSTENSON, H.M.

1962.- Effect of herbicides on nematodes in bent
grass. Pl. Dis. Rep., 46, 256-257.

==

CRONWELL

1953.- In: Redu et al. (1970). L'action de quelques
substances pesticides sur les nematodes et les enchy-
triacides de sol. Meded. Rijksfac. Landbouwwet bent.,
35, 745-751.

==

CYPRUS AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

1970.- Annual report 1969, 128 pp. Nicosia.

CYPRUS AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

1971.- Annual report 1970, 127 pp. Nicosia.

DANTAS, Y.R. de S. and MATTA, E.A. F. de

1971.- Effect of systemic insecticides in the control of M. incognita on tomato. Bol. Inst. Biol. Bahia, 10, 9-15. ==

DAVIDE, R.G. and TRIANTAPHYLLOU, A.C.

1968.- Influence of environment on development and sex differentiation of root-knot nematodes III. Effect of foliar application of maleic hydrazide. Nematológica, 14, 37-46. ==

DAVIS, R.M.

1965.- Use of herbicides in Florida citrus. Proc. Caribb. Reg. Am. Soc. Hort. Sci., 9, 188-194. =

DeGRISSE, A.

1969.- Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nematodes phytoparasitaires. Meded. Rijksta Gent., 34, 351-369. ==

DeGRISSE, A.

1971.- Tylenchulus semipenetrans a parasitic nematode of citrus in Zaire. Meded. Rijksfac. Landbouwwet Gent., 36, 1419-1427. ==

DE GUIRAN, G.

1962.- Plant parasitic nematodes in Canary Islands. C.R. Hebd. Seances Acad. Agric. Fr., 48, 388-390. ==

DEL RIVERO, J.M. y MARTI-FABREGAT

1965.- Ensayos preliminares sobre la desinfección pre-
via del suelo a la replantación de agrios. Bol. Pat.
Ent. Agr., 28, 125-129.

==

DETROUX, L. and GOSTINCHAR, J.

1967.- Los herbicidas y su empleo. (Edit.) Ojkos-Tan.
Barcelona.

DEN OUDEN, M.

1971.- De ontwikkeling van Heterodera rostochiensis
larven in aardappel wortels bij behandeling met sys-
temische nematiciden in het bijzonder aldicar b.
Meded. Rijksfac. Landbouwwet Gent., 36, 889-903.

==

DeWOLFE, T.A., KLOTZ, L.J., BAINES, R.C. and MOORE, P.W.

1954.- Citrus nematode activity reduced by fungus
plants. Citrus Leaves, 34, 11.

==

DICKSON, D.W. and JOHNSON, J.T.

1974.- Effect of rates and methods of applying several
nematicides on nematode populations and corn yields.
Proc. Soil and Crg. Science. Soc. of Florida, 33, 74-
77.

==

DICKSON, D.W. and SMART, G.C. Jr.

1971.- Control of Meloidogyne arenaria and Pratylen-
chus penetrans on peanuts with foliar applications of
a systemic nematicida. (Abstr.). J. Nematol., 3, 307-
308.

=

DIMOCK, A.W. and FORD, C.H.

1950.- Control of foliar nematode of chrysanthemums
with parathion sprays. Phytopathology, 40, 7.

==

DI SANZO, C.P.

1973.- Nematode response to carbofuran. J. Nematol.,
5, 22-27.

=

- Du CHARME, E.P.
1954.- Causa and nature of spreading decline of citrus.
Proc. Flo. State Hortic. Soc., 67, 75-81.
==
- Du CHARME, E.P.
1969.- Nematode problems of citrus.
In: Peachey, J.E. (editor). Nematodes of tropical crops. Tech. Commun. Commonw. Bur. Helminth, 40, 225-337.
==
- D'URSO, M.
1970.- Stato attuale delle conoscenze sui nematodi parassiti di piante di agrumi. Tec. agric. Catania, 22, 166-188.
==
- EDMUNDS, J.E. and FARREL, K.M.
1966.- Tylenchulus semipenetrans in Trinidad. Plant. Dis. Rep., 50, 478.
==
- EDWARDS, C.A. and DENNIS, E.B.
1960.- Some effects of aldrin and DDT on the soil fauna of arable land. Nature, 188, 767.
===
- ELGINDI, A.Y., AHMED, S.S. and OTEIFA, B.A.
1976.- Effects of nonfumigant nematicides on root populations and manganese and zinc levels in rough lemon seedlings infected with the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans. Pl. Dis. Rep., 60, 682-683.
==
- EVANS, A.A.F.
1973.- Mode of action of nematodes. Ann. Appl. Biol., 75, 469-473.
==
- EVANS, A.A.F. and THOMASON, I.J.
1971.- Ethylene dibromide toxicity to adults, larvae and moulting stages of Aphelenchus avenae. Nematologica, 17, 243-254.
==

- FEDER, W.A. and HUTCHINS, P.C.
1965.- Differential susceptibility of selections of Poncirus trifoliata to attack by Tylenchulus semipenetrans. (Abstr.). Phytopathology, 55, 1058.
==
- FELDMESSER, J.
1972.- Comparative laboratory and greenhouse evaluation of several nematicides. (Abstr.) J. Nematol., 4, 223.
=
- FELDMESSER, J., FEDER, W.A. and REBOIS, R.V.
1962.- Movement of Tylenchulus semipenetrans into rough lemon roots and in soil and its relation to Fusarium in the roots. (Abstr.) Phytopathology, 52, 9.
==
- FELDMESSER, J. and HANNON, C.I.
1969.- Susceptibility of two citrus rootstocks to Pratylenchus spp. Plant. Dis. Rep., 53, 603-607.
==
- FENWICK, D.W.
1968.- A note on the nematocidal properties of Sevin Trop. Afric. Trinidad, 45, 125-126.
==
- FERGUSON, J.
1938.- The use of chemical potentials as indices of toxicity. Proc. of the Roy. Soc., Great Britain Series B, 127, 387-404
===
- FERRANDEZ, E.
1975.- Interrelación entre malas hierbas y nematodos en el cultivo de los cítricos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid. 432 pp.
- FOOTE, F.J. and GOWANS, K.D.
1947.- Citrus nematode. Calif. Citrogr., 32, 522-523, 540-541.
==

FORD, H.

1954.- Investigations with systemic treatments. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 67, 94.

==

FORD, H.W.

1970.- Problems in using "Milam" rootstock as a biological barrier. Proc. Flo. State Hortic. Soc., 83, 84-86. ==

FRANKLIN, M.T.

1970.- Interrelationships of nematodes, weeds, herbicides and crops. Proc. 10th Br. Weed Control Conf., Brighton. 927-933.

FRENC, H., LICHTENSTEIN and THORNE, E.

1959.- Effects of some chlorinated hydrocarbon insecticides on nematode populations in soil. J. Econ. Entomol., 52, 861-865.

==

FREY, F.

1976.- Effects of herbicides applied in orchards on Acrobeloides buetschlii (de Man, 1884) Steiner & Buhner, 1933. Zeit. fur Pflanz. und Pflanz., 83, 434-441. ==

GERINI, V.

1972.- A contribution to the study of Tylenchulus semipenetrans on citrus in Cyprus. Riv. Afric. Subtrop. Trop., 66, 279-284.

==

GHILAROV, M.S.

1965.- Some practical problems of soil zoology. Pedobiologia, 5, 189-205.

=

GOMEZ-BARCINA, A. y JIMENEZ-MILLAN, F.

1967.- Primeros estudios nematológicos en cultivos de la zona costera granadino-malagueña. An. Edafol. Agrobiol., 26, 586-600.

==

- GOMEZ-BARCINA, A., JIMENEZ-MILLAN, F. y SANCHEZ A. de PEREA, F.
1972.- Estudio comparativo de algunos tratamientos
herbicidas y nematicidas. Cuad. C. Biol., 2, 67-73.
=
- GOMEZ TOVAR, J.
1973.- Activity of some granular nematicides in control of the golden tomato nematode Heterodera rostochiensis Woll. on potato. Nematrópica, 3, 3.
=
- GONZALES, H.R.
1970.- Nuevas especies de nematodos que atacan la vid en Chile. Agric. tec. (Santiago), 30, 31-37.
==
- GOODEY, J.B.
1963.- Soil and freshwater nematodes. In:
(Edit.) Methuen and Co. Ltd. London, 544 pp.
- GOWEN, S.R.
1974.- Banana nematode control with DBCP and four granular nematicides in the Windward Islands. Nematrópica, 4, 17.
=
- GRIFFIN, G.D. and GESSEL, T.G.
1973.- Systemic nematode control of Heterodera schachtii on Sugarbeet. Pl. Dis. Rep., 57, 942-945.
==
- GRIGORJEVA
1952.- In: Radu et al. (1970). L'action de quelques substances pesticides sur les nematodes et les enchytraeides du sol. Meded. Rijksfac. Landbouwwet-Gent. 35, 745-751.
==
- GUEVARA, D. y TOBAR, A.
1964.- Los viveros de plantones probables focos de infección de nematodos de gran patogeneidad parásitos de vegetales. Rev. Iber. Parasitol., 24, 67-74.
==

GUTIERREZ, R.O.

1947.- The nematode of citrus roots, Tylenchulus semi-
penetrans in Argentina. Rev. Invest. Agric., 1, 119-
146. =

HAGUE, N.G.M.

1972.- In: Economic nematology, J.M. Webster, Acad.
Press, London and N.Y., 563 pp.

HAGUE, N.G.M. and PAIN, B.F.

1973.- The effect of organo-phosphorus compounds and
oxime carbamates on the potato cyst nematode Hetero-
dera rostochiensis. Woll. Pestic. Sci., 4, 459-465.
=

HAGUE, N.G. and SOOD, V.

1963.- Soil sterilization with methyl bromide to con-
trol soil nematodes. Plant Pathology, 12, 88-90.
==

HAMLEN, R.A.

1975.- Evaluation of nematicides for control of Hete-
rodera cacti affecting Zygocactus truncatus. Pl. Dis.
Rep., 59, 636-637.
==

HANKS, R.W. and FELDMAN, A.W.

1967.- An attempt to extend the longevity of the
burrowing nematode, Radopholus similis with citrus
root exudate. Plant Dis. Rep., 51, 675-677.
==

HANNON, C.I.

1963.- Longevity of Radopholus similis under field
conditions. Plant Dis. Rep., 47, 812-816.
==

HANNON, C.I.

1964.- Control of the citrus nematode, Tylenchulus
semipenetrans, in microplot experiments. Pl. Dis. Rep.,
48, 471-475.
==

- HANSEN, T., RASMUSSEN, A.N. and SCHADEGG, E.
1972.- Experiments with fungicides and insecticides
in fruit and gardening crops in 1971. Tidsskr Plan-
teavl, 76, 682-706.
==
- HARRISON, M.B.
1974.- Control of golden nematode (Heterodera rosto-
chiensis) with systemic nematicides. Nematrópica, 4,
1-2. =
- HEALD, C.M.
1972.- Control of the citrus nematode as Valencia
orange in Texas. J. Rio Grande Hortic. Soc., 26,
38-43. ==
- HEALD, C.M.
1974.- Comparison of annual and triannual applications
of DBCP for control of the citrus nematode. Nematrópi-
ca, 4, 20-23.
=
- HEALD, C.M.
1974.- Citrus nematode control with a low annual rate
of 1,2-dibromo-3-chloropropane. (Abstr.) J. Nematol.,
6, 142.
=
- HEUNGENS, A.
1969.- L'influence de la fumure et des pesticides
aldine, carbaryl et DBCP sur la faune du sol dans
la culture des Azalées. Rev. Ecol. Biol. Sol., 6,
131-145. =
- HIDE, G.A. and CORBETT, D.C.M.
1973.- Controlling early death of potatoes caused by
Heterodera rostochiensis and Verticillium dahliae.
Ann. appl. Biol., 75, 461-462.
==

HIRSCHMANN, H.

1966.- A survey of plant-parasitic nematodes in Greece. Ann. Inst. Phytopathol. Benaki, 7, 144-156.

=

HOOPER, D.J.

1970.- Preserving and staining nematodes in plant tissues.

In: Laboratory Methods for work with plant an soil Nematodes. (Edit.) J.F. Southey.

HUNG, Y.P.

1969.- Occurrence of plant parasitic nematodes in Taiwan citrus plantations. Proc. 1st Int. Citrus Symp., Riverside, Calif., 2, 1007-1011.

HUTCHISON, D.J. and O'BANNON, J.H.

1972.- Evaluating the reaction of citrus selections to Tylenchulus semipenetrans. Plant. Dis. Rep., 56, 747-751. ==

ICHINOE, M.

1968.- Nematode species and their damage to perennial plants in Japan. C.R. 8th Int. Nematol. Symp., Antibes, France, pp. 72-73.

ISHIBASHI, N.

1970.- Variations of the electrophoretic protein patterns of Heteroderidae (Nematodea: Tylenchida) depending on the development stages of the nematode and on the growing conditions of the host plant. Ap. Ent. and Zool., 5, 23-32.

=

JARNEVIC, N.B. and COFFEE, E.G.

1965.- Control of root-knot nematodes with organophosphate insecticides. Pl. Dis. Rep., 49, 603-604.

==

JIMENEZ-MILLAN, F.

1966.- About the specivity of Tylenchulus semipene-
trans Cobb (Nematoda, Tylenchidae) to several species
of citrus roots. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc.
Biol., 64, 57-62.

==

JIMENEZ-MILLAN, F., ARIAS, M., BELLO, A. y LOPEZ-PEDREGAL, J.M.

1965.- Catálogo de los nematodos fitoparásitos y
peri-radicales encontrados en España. Bol. R. Soc.
Esp. Hist. Nat. Secc. Biol., 63, 47-104.

==

JIMENEZ-MILLAN, F., GOMEZ-BARCINA, A. y ARIAS-DELGADO, M.

1967.- Estudio nematológico de algunos cultivos de la
costa Sur de España. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.
Secc. Biol., 65, 83-106.

==

JOHNSON, J.T. and DICKSON, D.W.

1973.- Evaluation of methods and rates of application
of three nematocide-insecticides for control of the
sting nematodes on corn. Proc. Soil and Crop. Science.
Soc. of Florida, 32, 171-173.

==

JUSKA, F.V.

1972.- Nematodes, a contributing factor to zoysia-
grass decline in Maryland. Pl. Dis. Rep., 56, 568-
572.

==

KAAI, C.

1972.- Systemische nematiciden. Gewasbescherming, 3,
33-40.

=

KALYVIOTIS-GAZELAS, C. and KOLIPANOS, C.N.

1972.- Control of the citrus nematode (Tylenchulus
semipenetans Cobb 1913) with DBCP and Thionazin.
Ann. Inst. Phytopathol. Benaki, 10, 229-235.

==

KAMPFE, L.

1973.- Die Vitalitat von zystenbildenden Nematoden nach Dazomet-bzw. Aldicarb-Be handlling und anschlie**ß**ender Überwinterung. Arch. Pflanzenschutz, 9, 179-195. =

KATCHO, Z.A. and JASSIM, M.A.

1969.- Citrus-root nematode in Iran. Plant. Dis. Rep., 53, 84. ==

KERMARREC, A. and SCOTTO LA MASSESE, C.

1972.- New contributions to the study of the nematode fauna in the French West Indies. Nematrópica, 2, 41-43. =

KIRKPATRICK, J.C. and VAN GUNDY, S.D.

1966.- Scion and root-stock as factors in the develop**ment** of citrus nematode populations. Phytopathology, 56, 438-441. ==

KIRKPATRICK, J.C., VAN GUNDY, S.D. and BITTERS, W.P.

1962.- A factor in root sap of citrus rootstocks associated with resistance to citrus nematode (Abstr.) Phytopathology, 52, 738. ==

KOLIOPANOS, C.N.

1974.- Effect of granular nematicides on the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913 in Greece. (Abstr.) Proc. 12th Int. Symp. Nematol. Granada. Spain. pp. 56-57.

KONDROLLOCHIS, M.

1971.- The effect of thionazin on nematodes. Ph.D. Thesis. Univ. of London, 220 pp.

KONDROLLOCHIS, M.

1972.- The disruption of feeding and reproduction in nematodes by organophosphate and carbamoyloxime nematicides on nematodes. Proc. 10th Int. Symp. Eur. Nematologists, Pescara, Italy, 21.

KONDROLLOCHIS, M.B., PAIN, B.F. and HAGUE, N.G.M.

1970.- Effect of organophosphate and carbamoyloxime nematicides on nematodes. Proc. 10th Int. Nematol. Symp. European Soc. of Nematologists, Pescara, Italy, pag. 169.

KRETCHMAN, D.W.

1959-1960.- Temporary elimination of host plants of the Currowing nematode from infested grove lands. A. R. Fla. Agric. Exp. Stats, 222.

KRETCHMAN, D.W.

1962.- Controlling weeds in Currowing nematode buffer zones in Florida citrus groves. Proc. 15th Southern Weed Conf., pag. 118.

KRUSBERG, L.R. and HIRSCHMANN, H.

1958.- A survey of plant parasitic nematodes in Peru. Plant. Dis. Rep., 42, 599-608.

==

KUHN, J.

1881.- Bericht uber die Ergebnisse der im Auftrage des Vereins fur Ruberzucker-Industrie des Deutschen Reiches aut gefuhrten Versuche zur Ermittlung der Ursache des Ruben mudigkeit des Bodens und zur Erforschung der Natur der nematoden. Ber. physiol. Lab. Landw. Inst. Univ. Halle, 3, 153 pp.

=

- LABANAUSKAS, C.B., BAINES, R.C. and STOLZY, L.H.
1965.- Effects of citrus nematode and irrigation on growth and nutrient concentrations of leaves and roots of navel orange trees. Calif. Citrogr., 50, 432-437. ==
- LABORDA, E. y BELLO, A.
1973.- Nematodes associated with citrus in the Mediterranean region. (Abstr.). 1973 Int. Citrus Congr., Murcia-Valencia, España, pp. 412-413.
- LAMBERTI, F. and BAINES, R.C.
1970.- Infectivity of three biotypes of the citrus nematode (Tylenchulus semipenetrans) on two varieties of olives. Plant. Dis. Rep., 54, 717-718. ==
- LAMBERTI, F., VOVLAS, N. and TIRRO, A.
1976.- An italian biotype of the citrus nematode Nematol. Medit., 4, 117-120. =
- LANE, C.L. and SHEARIN, A.T.
1972.- Aldrin effects nematodes and mycorrhizal growth on loblolly pine seedlings. Forest Science, 18, 319-320. ==
- LEAR, B.
1972.- Nematicides with low vapor pressure and solubility for control the sugarbeet nematode on Brussels sprouts. Pl. Dis. Rep., 56, 375-377. ==
- LEE, Y.B., HAN, S. and PARK, J.S.
1975.- On the use of emulsifiable DBCP for control of the citrus-root nematode, Tylenchulus semipenetrans in two citrus orchards. Korean J. Plant. Protec., 14, 141-146. ==

- LEE, Y.B., PARK, J.S. and HAN, S.C.
 1972.- Studies on the chemical control of white-tip nematode, Aphelenchoides besseyi Christie, before transplanting. Korean J. Plant. Protec., 11, 37-40.
 ==
- LI, L.J.
 1935.- A preliminary report on the occurrence of Tylenchulus semipenetrans Cobb, in the roots of citrus nursery plants of South China. Lingnan Sci. J., 14, 331-333.
 ==
- LIPA,
 1958.- In: Radu et al. (1970). L'action de quelques substances pesticides sur les nematodes et les enchytraeides du sol. Meded. Rijksfac. Landbouwwet Gent., 35, 745-751.
 ==
- LOOF, P.A.A.
 1964.- Free-living and plant-parasitic nematodes from Venezuela. Nematológica, 10, 201-300.
 ==
- MACARA, A.M.
 1963.- Aspects on the economic importance of plant parasitic nematodes in Portugal and overseas territories. Agros (Lisboa), 46, 367-384.
 ==
- MACARON, J.
 1972.- Contribution to the study of plant-parasitic nematode Tylenchulus semipenetrans Cobb 1913 (Nemato-da-Tylenchida). Ph. D. Tesis, Univer. Montpellier, 190 pp.
- MAGGENTI, A.R. and HART, W.H.
 1975.- Post plant control of Ditylenchus dipsaci in narcissus with granular organic phosphates and carbamates. Pl. Dis. Rep., 59, 281-282.
 ==

MAGNIFICO, V. and VOVLAS, N.

1975.- Herbicidal and nematicidal products in the preparation of celery seedbeds. Informatore Fitopatologico, 25, 17-21.

==

MANKAU, R.

1964.- Ecological relationships of predacious fungi associated with the citrus nematode. (Abstr.).

Phytopathology, 54, 1435.

==

MANKAU, R. and MINTEER, R.J.

1962.- Reduction of soil population of the citrus nematode by the addition of organic materials.

Pl. Dis. Rep., 46, 375-378.

==

MARKS, C.F.

1971.- Respiration responses of a Caenorhabditis sp. and Aphelenchus avenae to the nematicide

1,2-dibromoethane (EDB). J. Nematol., 3, 113-118.

=

MARKS, C.F., CASTRO, E.C. and THOMASON, I.J.

1966.- Uptake of ethylene dibromide by nematodes.

(Abstr.). Phytopathology, 56, 888.

==

MATTHEWS, D.J.

1919.- Report of the work of W.S. Randall research assistant. Rep. Exp. Res. Stn., Cheshunt, 5, 18-21.

=

McBETH, C.W.

1955.- 1,2-dibromo-3-chloropropane a new nematicide.

Pl. Dis. Rep., 39, 223-225.

==

McBETH, C.W. and BERGESON, G.B.

1953.- Methods of assaying nematicides. Phytopathology, 43, 264-267.

==

- McCALLA, T.M., ARMY, T.J. and WIESE, A.F.
1962.- Comparison of the effects of chemical and sweep tillage methods of sommer fallow on some properties of Pullnan silty clay loam. Agron. J., 54, 404-407. ==
- McCLURE, M.A. and VIGLIERCHIO, D.R.
1966.- Penetration of Meloidogyne incongnita in relation to growth and nutrition of sterile, excised cucumber roots. Nematológica, 12, 237-247. ==
- MEAGHER, J.W.
1969.- Nematodes as a factor in citrus production in Australia. Proc. 1st Int. Citrus Symp. Riverside, Calif., 2, 999-1006. =
- MENDET, K., MEYROVITCH, A. and COHN, E.
1969.- Tree response to dibromo-dicloropropane (DBCP) treatment for citrus nematode control. Isr. J. agric. Res., 19, 171-178. ==
- METCALF, R.L.
1971.- The chemistry and biology of Pesticides. In: Pesticides in the environment. (White-Stevens, editors). New York. 270 pp.
- MILNE, L.
1976.- Citrus nematode control nade easy. Inform. Bull., Citrus and Subtrop. Fruit Res. Inst., Neldpuit, 1.
- MINTON, N.A. and MORGAN, L.N.
1974.- Evaluation of systemic and nonsystemic pesticides for insect and nematode control in peanuts. Peanut Science, 1, 91-98. =

- MINZ, G.
1957.- Free-living plant parasitic and possible plant-parasitic nematodes in Israel. Plant. Dis. Rep., 40, 798-801.
==
- MINZ, G., OREN, R. and COHN, E.
1961.- Preliminary trials for controlling the citrus eelworm in established orchards with dibromocholopropane (DBCP). Nath. Univ. Inst. Agric. (Rehovot), 353, 10 pp.
- MINZ, G., STRICH-HARARI, D. and COHN, E.
1963.- Plant-parasitic nematodes in Israel and their control. Sifriat Massadeh Publishing House, Tel Aviv, 84 pp.
- MISRA, S.L.
1969.- Survival of free living second stage larvae of Tylenchulus at different moisture levels. Allaha-bad Farmes, 43, 7-12.
==
- MISRA, S.L.
1969.- The histopathology of some of the more important rootstocks of commercial citrus affected by the citrus nematode (Tylenchulus semipenetrans Cobb 1914). All India Nematol. Symp., New Delhi, pp. 15, 16.
- MOEED, A.
1975.- Effects of isobenzan, fensulfothion and Diazinon on invertebrates and micro-organisms. New. Zeal. Journ. Exp. Agric., 3, 181-185.
=
- MOJE, W.
1960.- The chemistry of nematocidal activity of organic habides.
In: Advances in Pest Control Research, 3, 181-217. (ed. R. Metcalf), New York. =

MORRIS, R.F. and PROUDFOOT, K.G.

1974.- Chemical control of the golden nematode, Heterodera rostochiensis greenhouse observation on performance of granular insecticides-nematicides and the effect of cyst placement on inoculation. Pl. Dis. Survey, 54, 77-80.

==

MUKHOPADHYAYA, M.C.

1970.- Efficacy of D-D, EDB, DBCP and VC-13 in controlling plant parasitic nematodes. J. Res. Punjab. agric. Univ., 7, 659-662.

=

MUKHOPADHYAYA, M.C. and DALAL, M.R.

1975.- Effects of two nematicides on Tylenchulus semipenetrans on sweet lime yield. Indian J. Nematol., 1, 95-97.

=

MUKHOPADHYAYA, M.C. and SARAN, S.

1971.- Nematodes associated with citrus in north-western India. Indian J. Entomol., 32, 315-317.

==

MUKHOPADHYAYA, M.C. and SURYANARAYANA, D.

1970.- Citrus decline in Haryana role of Tylenchulus semipenetrans and its control. Indian Phytopathol., 4, 495-497.

=

MYERS, R.F.

1972.- Assay of nematocidal and nematostatic chemicals using axenic cultures of Aphelenchus rutgersi. Nematologica, 18, 447-457.

==

MYERS, R.F.

1971.- Effects of sub-lethal concentrations of cholinesterase-inhibiting nematocides in the diet of Aphelenchoides rutgersi. J. Nematol., 3, 319-320.

=

- NAKASOWO, K., YAMAMOTO, T., OKAMUTO, K. and ICHINOE, M.
1974.- Effect of DBCP pre-plant treatment on growth
of replanted citrus. Jap. J. Nematol., 4, 43-46.
=
- NATOUR, R.M., ALLOW, J.M. and KATCHO, Z.A.
1975.- The effects of DBCP on citrus root-nematode
and citrus growth and yield in Iraq. J. Nematol.,
7, 270-274.
=
- NAVACERRADA, G.
1975.- Nuevos focos de Tylenchulus semipenetrans
(Nematoda) en los viñedos españoles. An. Edafol.
Agrobiol., 34, 113-114.
==
- NAYLOR, A.G.
1974.- Diseases of plants in Jamaica. Agricultural
Inf. Serv., Ministry of Agriculture, Kingston,
Jamaica, 129 pp.
- NEAL, J.C.
1889.- Root-knot disease of peach, orange, and other
plants in Florida, due to work of Anquillula.
U.S. Dep. Agric., Bur. Entomol. Bull. No. 20, pp.1-31.
- NELMES, A.J.
1970.- Behavioral responses of Heterodera rostochien-
sis larvae to aldicarb and its sulfoxide and sulfone.
J. Nematol., 2, 223-227.
=
- NELMES, A.J. and KEEREEWAN, S.
1970.- The mechanism of aldicarb in controlling root-
knot nematodes Meloidogyne incognita on tomatoes
Proc. 7th Int. Cong. Plant Protec. Paris, p. 182-183.
- NELMES, A.J., TRUDGILL, D.L. and CORBETT, D.C.M.
1973.- Chemotherapy in the study of plant parasitic
nematodes.
In: Chemotherapy of Parasites (ed. A. Taylor) Oxford,
95-112.

NESBITT, R.B.

1956.- New host plants of plant parasitic nematodes in California. Plant Dis. Rep., 40, 276.

==

NUSBAUM, C.J.

1958.- The response of root-knot infected tobacco plants to foliar applications of maleic hydrazide. Phytopathology, 48, 344.

==

O'BANNON, J.H.

1966.- The relation ship of the interaction between the citrus nematode (Tylenchulus semipenetrans) and Fusarium spp. to infection of rough lemon (Citrus Limon). Diss. Abstr., 27, 20.

==

O'BANNON, J.H., LEATHER, C.R. and REYNOLDS, H.W.

1967.- Interactions of Tylenchulus semipenetrans and Fusarium species on rough lemon (Citrus Limon). Phytopathology, 57, 414-417.

==

O'BANNON, J.H. and REYNOLDS, H.W.

1962.- Citrus tree decline caused by Tylenchulus semipenetrans and tree response following chemical treatment (Abstr.) Phytopathology, 52, 746.

==

O'BANNON, J.H. and REYNOLDS, H.W.

1963.- Response of Navel orange trees to a postplanting application of DBCP for control of the citrus nematode. Plant Dis. Rep., 47, 401-404.

==

O'BANNON, J.H. and REYNOLDS, H.W.

1967.- The effects of chemical treatment on Tylenchulus semipenetrans and citrus trees response during 8 years. Nematológica, 13, 131-136.

==

- O'BANNON, J.H., REYNOLDS, H.W. and LEATHERS, C.R.
 1967.- Effects of temperature on penetration, development and reproduction of Tylenchulus semipenetrans.
Nematológica, 12, 483-487.
 ==
- O'BANNON, J.H. and TARJAN, A.C.
 1969.- Increasing yield of Florida citrus through chemical control of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans. Int. Citrus Symp. (1st), 1969. Proc., Vol. 2, 991-998.
 =
- O'BANNON, J.H. and TARJAN, A.C.
 1970.- Methods and equipment used in controlling nematodes affecting citrus. Proc. 10th Int. Nematol. Symp., Pescara, Italia, pp. 180-182.
- O'BANNON, J.H. and TARJAN, A.C.
 1973.- Preplant fumigation for citrus nematode control in Florida. J. Nematol., 5, 88-95.
 =
- O'BANNON, J.H. and TAYLOR, A.L.
 1967.- Control of nematodes on citrus seedlings by chemical bare-root dip. Plant Dis. Rep., 51, 995-998.
 ==
- O'BANNON, J.H. and TOMERLIN, A.T.
 1971.- Control of nematodes on citrus seedlings by chemical dips. Plant Dis. Rep., 55, 154-157.
 ==
- OOSTENBRIK, M.
 1954.- Een doelmatige methode voor het toetsen van aaltjes bestrydingmiddelen in grond met Hoplolaimus uniformis als proefdier. Meded. Landbhoogeschool Dpzoekstns Gent., 124, 196-233.
 ===

- OOSTENBRINK, M.
1972.- Evaluation and Integrations of Nematode Control Methods.
In: Webster (editor). Economyc Nematology, 497-515.
- ORTUÑO-MARTINEZ, A., CANOVAS CANDEL, F. and GOMEZ GOMEZ, J.
1969.- Acción nematocida del 1,2-dibromo-3-cloropropano en los suelos citrícolas de la vega del Segura.
An. Edafol. Agrobiol., 28, 847-853.
==
- ORTUÑO-MARTINEZ, A., GOMEZ GOMEZ, J. y CANOVAS-CANDEL, F.
1966.- Acción nematocida de la urea contra Tylenchulus semipenetrans Cobb. An. Edafol. Agrobiol., 26, 735-743.
==
- ORTUÑO-MARTINEZ, A., GOMEZ GOMEZ, J. y CANOVAS-CANDEL, F.
1969.- Poblaciones nematológicas fitoparásitas en los suelos de la Huerta de Murcia. An. Edafol. Agrobiol., 28, 390-397.
==
- ORTUÑO-MARTINEZ, A., GOMEZ GOMEZ, J. y CANOVAS-CANDEL, F.
1969.- Distribución de las poblaciones de Tylenchulus semipenetrans en plantaciones citrícolas de la Huerta de Murcia, relacionada con la textura del suelo y nivel freático. An. Edafol. Agrobiol., 28, 623-630.
==
- OSBORNE, P.
1973.- The effect of aldicarb on the hatching of Heterodera rostochiensis larvae. Nematológica, 19, 7-14.
==
- OTEIFA, B.A. and SHAARAWI, A.T.
1962.- Observations on the citrus nematode Tylenchulus semipenetrans Cobb in United Arab Republic. Nematológica, 8, 267-271.
=
- OVERMAN, A.J.
1974.- Effect of nematocides and temperature on Paratylenchus and Basiroides associated with Philodeedron. Nematológica, 4, 3-4.
=

OVERMAN, A.J. and JONES, J.P.

1975.- Carbofuran in a systems approach to pest management in tomato. Nematológica, 5, 26-27.

=

PAIN, B.F. and HAGUE, N.G.M.

1971.- Effect of granular applied "systemic" pesticides on the potato cyst nematode, Heterodera rostochiensis Wold. Proc. 6th Br. Insecticides Fungicides Conf., 1971.

PERROTTA, G. and CATARA, D.

1969.- Aspetti e problemi della lotta a mezzo di DBCP contro Tylenchulus semipenetrans Cobb, nematode parassita degli agrumi, alla fine di un quinquennio di esperienze. Not. Mal. Piante, 81, 197-208.

==

PESTICIDE CHEMISTRY

(edit.) Tahori, New York, 1972.

PESTICIDE DICTIONARY FARM CHEMICALS

1976. Willoughby. Ohio. US.

PHILIS, J.

1969.- Control of citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, with DBCP in established Cyprus citrus groves. Plant Dis. Rep., 53, 804-806.

==

PHILIS, J.

1975.- Control of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans Cobb, in a grapefruit orchards in Cyprus. Tech. Pap. Agric. Res. Int. Cyprus, 10, 7 pp.

==

PRASAD, S.K. and CHAWLA, M.L.

1965.- Observations on the population fluctuation of citrus nematode Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913. Indian J. Entomol., 27, 450-454.

==

- PRASAD, S.K., JOTWANI, M.G. and DAS GUPTA, D.R.
1964.- Nematicidal potentialities of some insecticides tested against the larvae of the root-knot nematode M. javanica Frenb, 1885, Chitwood, 1940. Indian Journal of Nematology, 26, 231-234.
==
- PURNELL, R.E. and HAGUE, N.G.M.
1965.- The control of plant parasitic nematodes by water-dispersed nematicides. II. Field experiments on the control of Ditylenchus dipsaci (Kuhn) Filipjev in narcissus bulbs. Hort. Res., 5, 65-75.
=
- RADEWALD, J.D., ROSEDALE, D., SHIBUYA, F. and NELSON, J.
1973.- Control of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, with foliar Vydate sprays on Valencia oranges in Southern California. Phytopathology, 63, 1217.
==
- RADU, V.Gh., POPOVICI, I. and VIOREL, S.
1970.- L'action de quelques substances pesticides sur les nematodes et les enchytraeides du sol. Meded. Fac. Landbouwwet Rijksuniv. Gent., 35, 745-751.
==
- RAO, B.H.K. and PRASAD, S.K.
1970.- An interesting case of a weedicide as a selective Nematicide. Labdev J. Sci. Tech., 10, 59-61.
==
- RASKI, D.J. and ALLEN, M.W.
1948.- Spring dwarf nematode. Calif. Agr., 4, 23-24.
=
- RASKI, D.J., SHER, S.A. and JENSEN, F.M.
1956.- New host records of the citrus nematode in California. Plant Dis. Rep., 40, 1047-1048.
==
- REDOY, D.D.R.
1975.- Comparisons of method of application and rate of granular nematicides for the control of Meloidogyne spp. on tobacco. Pl. Dis. Rep., 59, 83-85.
==

REYNOLDS, H.W.

1969.- Control of the citrus nematode under southwest irrigation conditions. Int. Citrus Symposium (1st). Proceedings Vol. 2, 909-971.

REYNOLDS, H.W. and O'BANNON, J.H.

1958.- The citrus nematode and its control on living citrus in Arizona. Plant Dis. Rep., 42, 1288-1292.

==

REYNOLDS, H.W. and O'BANNON, J.H.

1963.- Decline of grapefruit trees in relation to citrus nematode populations and tree recovery after chemical treatment. Phytopathology, 53, 1011-1015.

==

REYNOLDS, H.W. and O'BANNON, J.H.

1963.- Factors influencing the citrus nematode and its control on citrus replants in Arizona. Nematologica, 9, 337-340.

=

REYNOLDS, H.W., O'BANNON, J.H. and NIGH, E.L.

1974.- The citrus nematode and its control in the southwest. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. No. 1478, 15 pp.

REYNOLDS, H.W., O'BANNON, J.H., TOMERLIN, A.T., NIGH, E.L. Jr. and RODNEY, D.R.

1970.- The influence of various ecological factors on survival of Tylenchulus semipenetrans. Soil. Crop. Sci. Soc. Fla. Proc., 30, 366-370.

==

RHOADES, H.L.

1967.- The effects and control of sting and stubby root nematodes on onions. Proc. Fla. St. hort. Soc., 79, 175-180.

==

RHODESIA SECRETARY OF AGRICULTURE

1964.- Report of the Secretary for the year ended
30th September 1963. Government Printer Salisbury,
226 pp.

RHODESIA SECRETARY OF AGRICULTURE

1972.- Report for the period 1st October 1971 to
30th September 1972. Government Printer, Salisbury,
123 pp.

RHODESIA SECRETARY OF AGRICULTURE

1973.- Report for the period 1st October 1971 to
30th September 1972. Government Printer, Salisbury,
76 pp.

RICHARDSON, H.H. and JOHNSON, A.C.

1935.- Studies of methyl bromide in greenhouses and
vault fumigation. Tech. Bull. U.S. Dep. Agric.,
835, 1-20.

===

RITTER, M.

1959.- Contribution to the study of plant-parasitic
nematodes in Tunisia. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron.
Tunis., 32, 53-77.

==

RITZROW, H. and KAMPFE, L.

1971.- Untersuchungen zur Respiration normales und
wilkstoffbeeninflusster Nematoden. Nematológica,
17, 325-335.

=

ROMNEY, R.K., ANDERSON, J.L. and GRIFFIN, G.D.

1974.- Effects of DCPA on seeding infection by root-
knot nematode. Weed Science, 22, 51-54.

==

SAEED, M. and ASHRAFI, S.H.

1973.- On the occurrence of some plant-parasitic nematodes with special reference to new hosts in West Pakistan. Pak. J. Sci. Ind. Res., 16, 128-129.

==

SANTMEYER, P.H.

1956.- Studies on the metabolism of Panagrellus redi-vims (Nematoda, Cephalabidae). Proc. Helminthol. Soc. Was., 23, 30-36.

==

SASSER, J.N.

1952.- Studies on the control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) with Systox spray (E-1059), on organic phosphate insecticide. Plant Dis. Rep., 36, 228-233.

==

SAUER, M.R.

1966.- Soil fumigation of Sultana vines. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb., 6, 72-75.

=

SAUER, M.R.

1968.- Nematodes in an irrigated vineyard. Nematologica, 14, 457-458.

==

SAUER, M.R.

1969.- Fumigation to control citrus nematodes in sulfana vineyards. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 35, 128.

==

SCARAMUZZI, G. and PERROTTA, G.

1969.- Research on the control of citrus nematode in the Mediterranean area. Proc. 1st Int. Citrus Symp. Riverside, Calif., 2, 957-960.

SCHLOSSER, E.

1972.- Chemical control of the citrus nematode in Lebanon. Z. Pflkrankh., 79, 339-342.

==

SCHNEIDER, H. and BAINES, R.C.

1964.- Tylenchulus semipenetrans: parasitism and injury to orange tree roots. Phytopathology, 54, 1202-1206. ==

SCOTTO LA MASSESE, C.

1965.- Essais de destruction de Tylenchulus semipenetrans Cobb 1913 sur les scions de citrus issus de pepinieres. Cr. 1^{er} Jour. Phyt. Phyto. circummedite. Marseille, pp. 48-51.

SCOTTO LA MASSESE, C.

1965.- Studies on citrus nematodes in Algeria. C.R. 1^o Journ. Phytiatr. Phytopharm. Circum Mediterr., Marseille, pp. 52-58.

SCOTTO LA MASSESE, C.

1971.- New host and new focus of the nematode Cacopaurus pestis. Phytoma Def. Cult., 23, 17-20. ==

SCOTTO LA MASSESE, C.

1972.- The use of "isopathological curves" for estimation of parasitic pathogenicity, exemplified by Tylenchulus semipenetrans on citrus. Proc. Int. Symp. Nematol. (11th) Eur. Soc. Nematol. Reading, UK, 61-63.

SCOTTO LA MASSESE, C., CASSIN, J. and BRUN, B.

1973.- Effects of soil management on the presence of nematodes in citrus fruits. (Abstr.) Proc. 1 Int. Citrus Cong. Murcia-Valencia, España, pp. 408-409.

SCOTTO LA MASSESE, C., VASSY, R. and ZAOUCHI, H.

1973.- Tylenchulus semipenetrans eradication by nitrogen fertilisation in a Clementina orchard. Nematol. Mediterr., 1, 15-21. =

- SCOTTO LA MASSESE, C., VASSY, R. and ZAOUCHI, H.
 1975.- Influence of three rootstocks on the yield of two citrus varieties in Algeria and on infestation by Tylenchulus semipenetrans. Nematol. Mediterr., 3, 29-34. =
- SEINHORST, J.W.
 1962.- Modification of the elutriation method for extracting nematodes from soil. Nematológica, 8, 117-128. =
- SEINHORST, J.W. and SAUER, M.R.
 1956.- Eelworm attacks on vines in the Murray Valley irrigation area. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 22, 296-299. ==
- SHARMA, B.B., SHARMA, H.C. and KHAN, E.
 1969.- Use of Nemagon, zinc and urea in die-back affected orange (Citrus sinensis) and mandarin (Citrus reticulata) plants (Abstr.). All Indian Nematol. Symp. New Delhi, p. 37.
- SIDDIQUI
 1973.- Plant pathology in Malawi. Pest Articles and News Summaries, 19, 208-215. ==
- SIMANTON, W.A. and KRETCHMAN, D.W.
 1959.- Temporary elimination of host plants of the burrowing nematode from infested (citrus) grove lands. A.R. Fla. Agric. Exp. Stats, 59, 242-244. ==
- SINGH, I. and PRASAD, S.K.
 1974.- Effect of some pesticides on nematodes associated with brinjal and tomato. Indian Journal of Nematol., 4, 31-45. =

SLEET, B.

1952.- Citrus-root nematode and old citrus soil problems in the Lower Rio Grande Valley. Prog. Report Texas Agric. Exp. Station. 1510,2 pp.

SLOOTWEG, A.F.G.

1963.- Control of nematode in flowerbulbs with organic phosphates. Med. Landb. Opsp. Gent., 28, 623-629. ==

SMART, G.C. Jr., LOCASCIO, S.J. and RHOADES, H.L.

1967.- Root-knot nematode control on strawberry Nematológica, 13, 152. ==

SMITH, P.C.

1975.- Control of xiphinema in South Africa. In: Nematode vectors of plant viruses. (Edit.) Lamberti, F., Taylor, C.E. and Seinhorst, J.W., London, New York, 449 pp.

SOZA MOSS, C. and RODRIGUEZ, M.R.

1970.- Effect on some insecticides used as nematocides against Meloidogyne spp. in tomato. Int. Nematol. Symp. (10th) Eur. Soc. Nematol. Pescara 8-13 Sept., pag. 183.

SPURR, H.W. and SOUSA, A.A.

1966.- Pathogenicidal activity of a new carbamoyl oxime insecticide. Pl. Dis. Rep., 50, 424-425. ==

STANDIFER, M.S. and PERRY, V.G.

1960.- Some effects of sting and stubby root nematodes on grapefruit root. Phytopathology, 50, 151-156. ==

STEUDEL, W.

1972.- Versuche Zum einfluss von aldicarb auf den schlupvorgang bei zysten von Heterodera schachtii nach langerer einwirkung. Nematológica, 18, 270-274. ==

- STEYVOORT, L. van
1961.- La culture betteraviere belge avant le probleme Ditylenchus dipsaci. Publs. tech. Inst. belge Amelior. Better., 29, 109-155.
==
- STOKES, D.E.
1969.- Andropogon rhizomatus parasitized by a strain of Tylenchulus semipenetrans not parasitic to four citrus rootstocks. Pl. Dis. Rep., 53, 882-885.
==
- STOKES, D.E. and LANGDON, K.R.
1966.- A grass host plant of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, and other associated plants. Plant Dis. Rep., 50, 522-525.
==
- STOKES, D.E. and LAUGHLIN, C.W.
1970.- Control of Pratylenchus penetrans on leather-leaf fern plants. Pl. Dis. Rep., 54, 287-288.
==
- STOLZY, L.H., VAN GUNDY, S.D., LABANAUSKAS, C.K. and SZUSZKIEWICZ, T.E.
1964.- Influence of soil aeration on nematodes plant growth nutrients. Calif. Citrogr., 49, 134-135.
==
- STOYANOV, D.
1970.- Some nematode problems of citrus in Cuba. Acad. Cienc. Cuba, Dep. Inv. Agric., 8 pp.
- STURROCK, R.F.
1965.- The control of thichostronyle larvae (Nematoda) fumigation in relation to their bionomics. II. Laboratory toxicity test with methyl bromide. Parasitology, 55, 45-65.
==
- SUIT, R.F.
1948.- Spreading decline of citrus in Florida . Proc. Flor. State Hortic. Soc., 60, 17-23.
==

SUIT, R.F.

1949.- Parasitic diseases of citrus in Florida.
Fla. Agric. Exp. Stn. Bull. 463, 112 pp.

SUIT, R.F. and DuCHARME, E.P.

1953.- Parasitic nematodes in relation to spreading
decline of citrus. Calif. Citrogr., 38, 307, 319-
322. ==

SVEHNISKOVA, N.M.

1939.- Occurrence of citrus nematode. Inf. Byull.
Vopr. Karantina Rast. Moskva, 3.

SVESHNIKOVA, N.M.

1940.- Citrus nematode in Soviet Subtropics. Sov.
Subtrop., 1, 40-43.
=

SWARUP, G.

1969.- Nematode problems of citrus in India. Proc.
1st Int. Citrus Symp., Riverside, Calif., 2, 1019-
1020.

SZCYGIEL, A.

1970.- Trials on the control of Aphelenchoides spp.
on strawberries with some granular organophosphates
and Temik. Pr. Inst. Sadow. Skierniewicach, 14,
231-240. ==

TARJAN, A.C.

1964.- Plant-parasitic nematodes in the United Arab
Republic. FAO Plant Prot. Bull., 12, 49-56.
==

TARJAN, A.C.

1967.- Some plant nematode genera associated with
citrus and other crops in Costa Rica and Panama.
Turnalba, 17, 280-283.
==

TARJAN, A.C.

1971.- Migration of three pathogenic citrus nematodes through two Florida soils. Soil Crop. Sci. Soc. Fla. Proc., 31, 253-255.

==

TARJAN, A.C.

1976.- Application of systemic nematicides to trunks of trees. J. Nematol., 8, 303.

=

TARJAN, A.C. and O'BANNON, J.H.

1970.- Increasing yield and fruit size of Florida citrus by dibromochloropropane treatment of trees infected with Tylenchulus semipenetrans. Int. Nematology Symposium (10th) Eur. Soc. of Nemat. Pescara, pag. 178-179.

TARJAN, A.C. and O'BANNON, J.H.

1974.- Postplant fumigation with DBCP for citrus nematode control in Florida. J. Nematol., 6, 41-48.

=

TAYLOR, D.P. and NGUNDO, B.W.

1973.- The citrus root nematode Tylenchulus semipenetrans from Tanzania with notes on its known distribution in Kenya. E. Afr. Agric. For. J., 38, 407-409.

==

TAYLOR, D.P., SAAD, A.T. and SCHLOSSER, W.E.

1972.- Occurrence and distribution of plant-parasitic nematodes in Lebanon. FAO Plant Prot. Bull., 20, 105-110.

==

THIELEMANN, R. and STEUDEL, W.

1973.- Nine years experience with monocultures of sugarbeet in soil infested with Heterodera schachtii (Schmidt). Nachrichtenbl Dtsch Pflanzenschutzdienstes (Braunsch), 25, 145-149.

==

THIRUG-NANAM, M. and RANGASWA, C.

1966.- Studies on the effect of certain chemicals on the hatchability of the eggs of Meloidogyne javanica. Curr. Sci. (Bangalore), 35, 598-600.

==

THOMAS, E.E.

1923.- The citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans. Univ. Calif. Agric. Exp. Stn. Coll. Agric. Tech. Paper 2, 34 pp.

THOMASON, I.J. and HOUGH, A.

1973.- Behaviour of aldicarb in soil and its effect on Heterodera schachtii and Meloidogyne javanica. (Abstr.). Proc. 2nd Int. Congr. Pl. Path., Minneapolis, Minn., (1973).

THORNE, G.

1961.- Principles of Nematology. (Edit.) McGraw-Hill Book Co., New York, 553 pp.

TIMMER, L.W.

1974.- Suppression of populations of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, with foliar applications of oxamyl. Plant Dis. Rep., 58, 882-885.

==

TIMMER, L.W.

1976.- Efficacy of DBCP treatment of clay soils for control of citrus nematode. Proc. Am. Phytop. Soc., 2, 45.

=

TIMMER, L.W.

1977.- Control of citrus nematode Tylenchulus semipenetrans on fine-textured soil with DBCP and oxamyl. J. Nematol., 9, 45-50.

=

TOBAR-JIMENEZ, A. y GUEVARA-POZO, D.

1967.- Estudio parasitológico de la provincia de Granada. Rev. Iber. Parasitol., 27, 135-172.

==

TOBAR-JIMENEZ, A. y PEMAN MEDINA, C.

1970.- Especies de Xiphinema Cobb 1963 (Nematoda: Dorylaimida) y la "degeneración infecciosa" de los viñedos de Jerez. I. Valoración de niveles de población de nematodos. Rev. Iber. Parasitol., 30, 25-56.

==

TOUNG, M.G.

1963.- A study of seasonal influence in quantitative variation in the Citrus nema Tylenchulus semipenetrans Cobb, 1913. J. Soc. Plant Prot. (Taiwan), 5, 323-327.

=

TOUNG, M.G.

1969.- Control of the citrus nematode, Tylenchulus semipenetrans, with 1,2 dibromo-3-chloropropane in Taiwan. Pl. Dis. Rep., 53, 300-301.

==

TRUDGILL, D.L. and WEBSTER, J.M.

1967.- Host-parasite relationships.

In: Nematology Department, Rep. Rothamsted exp. Stn for 1966, p. 152.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE

1975.- Chemical control of citrus nematodes in mature grapefruit. Citrograph, 60, 154-155.

==

USHIYAMA, K. and OGAKI, C.

1970.- Studies on the replants problem in Unshiu orange orchards. Bull. Kanagawa Hortic. Exp. Stn. 18, 46-56.

==

- VAN GUNDY, S.D.
1958.- The life history of the citrus nematode,
Tylenchulus semipenetrans Cobb. Nematológica, 3,
283-294. =
- VAN GUNDY, S.D., BIRD, A.F. and WALLACE, H.R.
1967.- Aging and starvation in larvae of Meloidogyne
javanica and Tylenchulus semipenetrans. Phytopatho-
logy, 57, 559-571.
==
- VAN GUNDY, S.D., FOOTE, F.J., RACKHAM, R.L. and RINKOV, A.
1960.- Studies on methods of application of emulsi-
fiable DBCP around living citrus trees. Plant Dis.
Rep., 44, 830-833.
==
- VAN GUNDY, S.D. and KIRKPATRICK, J.D.
1963.- The histological relationship of resistance
to the citrus nematode in certain citrus rootstocks.
(Abstr.). Phytopathology, 53, 892.
==
- VAN GUNDY, S.D. and KIRKPATRICK, J.D.
1965.- Factors explaining citrus nematode resistance.
Calif. Citrogr., 46, 376-379.
==
- VAN GUNDY, S.D. and MARTIN, J.P.
1961.- Influence of Tylenchulus semipenetrans on the
growth and chemical composition of sweet orange
seedling in soils of various exchangeable cation
ratios. Phytopathology, 51, 146-151.
==
- VAN GUNDY, S.D., MARTIN, J.P. and TSAO, P.H.
1964.- Some soil factors influencing reproduction of
the citrus nematode and growth reduction of sweet
orange seedlings. Phytopathology, 54, 294-299.
==

VAN GUNDY, S.D., MUNNECKE, D., BRICKER, J. and MINTEER, R.
1972.- Response of Meloidogyne incognita Xiphinema
index and Dorylaimus sp. to methyl bromide fumigation.
Phytopathology, 62, 191-192.

==

VAN GUNDY, S.D. and RACKHAM, R.L.
1961.- Studies on the biology and pathogenicity of
Hemicycliophora arenaria. Phytopathology, 51, 393-
397.

==

VAN GUNDY, S.D. and TSAO, P.H.
1963.- Growth reduction of citrus seedlings by
Fusarium solani as influence bu the citrus nematode
and other soil factors. Phytopathology, 53, 488-489.

==

VAN WEEDT, L.G., BIRCHFIELD, W. and ESSER, R.P.
1960.- Observations on some subtropical plant para-
sitic nematodes in Florida. Proc. Soil and Crop
Science Soc. Florida. 19th Annual Meeting, 443-451.

VAZQUEZ, G.T.
1971.- Principal nematological problems in Mexico.
(Abstr.). Nematropica, 1, 11.

=

VILARDEBO, A.
1963.- Nematodes parasitic in Moroccan citrus.
Fruits Outre Mer., 18, 267.

==

VILARDEBO, A., JQALLI, A. and DEVAUX, R.
1975.- Possible use of DBCP, phenamiphos and prophos
against Tylenchulus semipenetans in orchards in
Morocco. Fruits, 30, 5.

==

VILARDEBO, A. and LUC, M.

1961.- Le "slow decline" des citrus du au nematode
Tylenchulus semipenetrans Cobb. Fruits, 16, 445-545.

==

VILLIERS, E.A. de and MILNE, D.L.

1975.- The control of citrus nematode in seedbeds.
Citrus Sub-Trop. Fruit J., 5-8.

VINDUSKA, L.

1974.- Granular formulations of nematicides in control of Heterodera schachtii Schmidt. Ochrana Rostlin, 10, 203-207.

==

WALKER, J.T.

1971.- Populations of Pratylenchus penetrans relative to decomposing nitrogenous soil amendments. J. Nematol. 3, 43-49.

=

WEBSTER, J.M.

1967.- The influence of plant-growth substances and their inhibitors on the host-parasite relationships of Aphelenchoides ritzemabosi in culture. Nematologica, 13, 256-262.

==

WEBSTER, J.M. and LOWE, D.

1966.- The effect of synthetic plant-growth substance 2-4-dichlorophenoxyacetic acid, on the host-parasite relationships of some plant-parasitic nematodes in monoxenic cally culture. Parasitology, 56, 313-322.

==

WELLE, H.B.A.

1964.- Physostigmine and structural analogues as direct and systemic nematicides. Thesis. Rijks Univ. Utrecht, 181 pp.

WHITE, F.A.

1947.- Notes on citrus nematodes. Calif. Citrogr.,
32, 312-313.

==

WILLIS, C.B. and THOMPSON, L.S.

1973.- Control of Pratylenchus penetrans in birdsfoot
trefoil with oxamyl. Pl. Dis. Rep., 57, 237-240.

==

WITKOWSKI, T.

1973.- The importance of the chemical environment
for soil nematodes (Nematoda). Part 2, Survival of
soil nematodes in aqueous herbicide solutions.
Roczniki Gleboznawcze, 24, 367-387.

==

YASSIN, A.M.

1970.- The status of plant parasitic nematodes in
established soils of the Gezira and other localities
in the Sudan. Summ. 10th Int. Nematol. Symp., Pesca-
ra, Italy, pp. 21-23.

YEPEZ, T.G.

1972.- Los nematodos enemigos de la Agricultura.
Universidad Central de Venezuela, Biblioteca, Cara-
cas, 210 pp.

YOKOO, T.

1964.- Studies on the citrus nematode (Tylenchulus
semipenetrans Cobb, 1913) in Japan. Agric. Bull. Saga
Univ., 20, 71-109.

==

YOKOO, T. and TOMIO, T.

1967.- On the experimental studies and field observa-
tions on the relationships between the pH of the
soils and the population density of the citrus nema-
tode Tylenchulus semipenetrans. Agric. Bull. Saga
Univ., 24, 83-91.

==

YOSHIDA, K., YOSHIMURA, D. and YOKOYAMA, S.

1969.- Conditions for application of Diazinon granuls
to seedbeds to control the white-tip disease of rice.
Proc. Asoc. Plant Prot. of Kyushu, 15, 7-10.

==

YU, C.C., KEARNS, W.C. and METCALF, R.L.

1972.- Acetyl-cholinesterase inhibition by substituted
phenyl N-alkyl carbamates. J. Agric. Food Chem., 29,
537-540.

==